Don Inman e Kurt Inman

Imparate il linguaggio dell'Apple

Il piacere del computer

Il piacere del computer serie diretta da Mauro Boscarol

1 *Tom Rugg e Phil Feldman* 32 programmi con il PET
2 *Rich Didday* Intervista sul personal computer, hardware
3 *Tom Rugg e Phil Feldman* 32 programmi con l'Apple
4 *Ken Knecht* Microsoft Basic
5 *Paul M. Chirlian* Pascal
6 *Tom Rugg e Phil Feldman* 32 programmi con il TRS-80
7 *Rich Didday* Intervista sul personal computer, software
8 *Herbert D. Peckham* Imparate il Basic con il PET
9 *Karl Townsend e Merl Miller* Il personal computer come professione
10 *Karen Billings e David Moursund* Te ne intendi di computer?
11 *Thomas Dwyer e Margot Critchfield* Il Basic e il personal computer, uno: introduzione
12 *Don Inman e Kurt Inman* Imparate il linguaggio dell'Apple

Don Inman e Kurt Inman

Imparate il linguaggio dell'Apple

franco muzzio & c. editore

Indice generale

Prefazione

Lo scopo di questo libro è di introdurre gli utilizzatori del computer Apple, che conoscono il linguaggio Basic, alla programmazione in linguaggio macchina. Il passaggio dal Basic al linguaggio macchina è effettuato con piccoli e semplici passi. Per rendere i programmi dimostrativi interessanti e vivi, nel libro vengono usati molto presto i colori, la grafica ed il suono. Viene spiegata ogni nuova istruzione ed i programmi sono discussi passo per passo nelle loro parti funzionali.

Il lettore prima userà le istruzioni del Basic POKE, PEEK e CALL per introdurre ed eseguire programmi in linguaggio macchina dall'interno di un programma in Basic. Poi verrà sviluppato un sistema operativo scritto in Basic, con il quale si possono inserire ed eseguire questi programmi. Partire dal Basic, un linguaggio che il lettore già conosce, fornisce un approccio naturale che porta all'uso del monitor di sistema dell'Apple. Il monitor di sistema permette al lettore di inserire, esaminare ed eseguire direttamente programmi in linguaggio macchina. Il tempo impiegato dal computer per interpretare le istruzioni in Basic viene quindi eliminato.

Il passo finale consiste nell'utilizzo del mini-assembler dell'Apple, che libera il programmatore da molti dei noiosi dettagli concernenti la programmazione diretta in linguaggio macchina.

L'approccio al linguaggio macchina per mezzo del Basic dà modo al lettore di usare le sue precedenti conoscenze come base per l'esplorazione di una nuova area.

Si procederà nella lettura di questo libro in quattro fasi ben definite. I programmi in linguaggio macchina saranno introdotti ed eseguiti con quattro differenti metodi. Ad ogni stadio del libro verrà introdotto un metodo.

1. Basic — Introdotto nel Cap. 1. I programmi in linguaggio macchina sono sotto completo controllo del Basic, mediante le istruzioni POKE, CALL e PEEK.
2. Sistema operativo in Basic — Introdotto nel Cap. 2. I programmi sono controllati da un sistema operativo scritto in Basic.
3. Monitor di sistema — Introdotto nel Cap. 8. I programmi sono assemblati manualmente ed inseriti direttamente dal monitor di sistema dell'Apple.
4. Mini-assembler — Introdotto nel Cap. 11. I programmi vengono assemblati dal mini-assembler dell'Apple.

Le scritte [BASIC], [SOB], [MS], [MA] appaiono nell'indice generale e all'inizio dei capitoli, per indicare che metodi vengono usati in un certo capitolo.

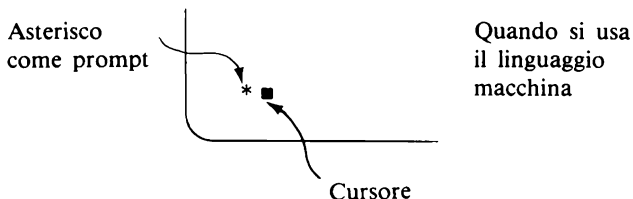
CAPITOLO UNO

Il Basic Applesoft II

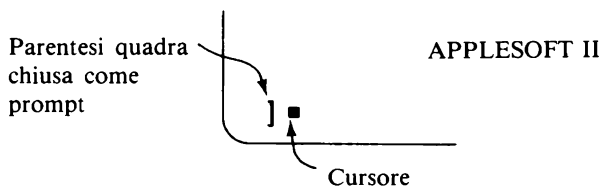
BASIC

Nella scrittura di questo libro sono state date per scontate parecchie cose. Gli autori ritengono che questo sia necessario a causa delle numerose versioni di computer Apple attualmente utilizzate.

1. Sono stati fatti i necessari collegamenti dell'hardware. Se non è così, consultate i manuali d'uso forniti con il calcolatore Apple.
2. Gli autori hanno usato una versione dell'Apple dotata di:
   a. Basic Applesoft II su ROM.
   b. Un interruttore sulla scheda per scegliere l'Applesoft II oppure l'Integer Basic.
3. Il lettore leggerà ed utilizzerà i manuali dell'Apple relativi alla sua particolare macchina.
4. Si conosce il modo di passare da un linguaggio di programmazione all'altro tra quelli a disposizione.

Il calcolatore Apple può usare parecchi linguaggi. Il carattere di *prompt* (pronto) indica che linguaggio può essere attualmente compreso dall'Apple. L'asterisco (*) avverte che si sta utilizzando il linguaggio macchina. Questo linguaggio risiede permanentemente nel computer e non richiede di essere "caricato" (inserito da un dispositivo esterno) da una cassetta o da un disco. Il monitor di linguaggio macchina, che controlla l'uso di questo linguaggio, è discusso nella seconda parte di questo libro (dal Cap. 8 in poi).

Se il vostro Applesoft è su ROM, l'Apple contiene anche un linguaggio ad alto livello orientato all'inglese chiamato Integer Basic e memorizzato permanentemente nella memoria ROM del calcolatore. La memoria ROM, che sta per "*Read Only Memory*" (memoria a sola lettura), può essere "letta" (usata dai vostri programmi), ma non è possibile "scriverci" (cioè cambiarla). Il carattere di prompt per l'Integer Basic è la freccia che punta a destra (→). L'Integer Basic *non* è discusso in questo libro. Per maggiori informazioni, consultare l'*Apple II Basic Programming Manual* (prodotto Apple n. 2L005X).
L'Applesoft II è il linguaggio Basic esteso dell'Apple. Il carattere di prompt dell'Applesoft II è una parentesi quadra chiusa (]). Questo Basic esteso è ora disponibile in tre forme:

1. il sistema Apple II Plus con la ROM di monitor a caricamento automatico;
2. la scheda di interfaccia Applesoft;
3. l'Apple Language System.

Il sistema Apple II Plus ha il Basic Applesoft II su ROM. Perciò il mini-assembler, il *Floating Point Package* e l'interprete SWEET-16 (che sono memorizzati nelle ROM dell'Integer Basic) non sono disponibili sul sistema Apple II Plus.
Dato che, successivamente nel libro, sarà utilizzato il mini-assembler, ci focalizzeremo sul sistema contenente la scheda con le ROM dell'Applesoft II piuttosto che sul sistema Apple II Plus.

Questo libro serve come ponte per il lettore, nel passaggio dalla programmazione in Basic a quella nel linguaggio macchina originale del calcolatore. Il libro presuppone una conoscenza del Basic Applesoft II, ma

in questo capitolo verranno ripassate brevemente le istruzioni del Basic usate dal computer Apple. Se vi sentite sicuri della vostra conoscenza del Basic Applesoft II, passate tranquillamente al Cap. 2. Tuttavia, se le vostre basi non sono buone, rivedete ora i punti fondamentali.
Sebbene la parte che segue non rappresenti una trattazione completa delle possibilità dell'Applesoft, troverete qui tutte le istruzioni ed i comandi necessari per la comprensione dei rimanenti capitoli del libro. Un calcolatore Apple con 16 K di RAM, un registratore o un floppy disk, ed il Basic Applesoft costituiscono tutto il necessario per eseguire gli esempi dimostrativi e gli esercizi presentati.

COMANDI

Certi comandi fondamentali sono necessari nella preparazione, correzione ed esecuzione di un programma. Quelli qui discussi sono NEW, LIST, RUN, TEXT, GRaphics, LOAD, SAVE, CONTinue, TRACE e NOTRACE.

COMANDANTE

NEW Cancella ogni vecchio programma che si trova nella memoria del calcolatore. Non solo elimina il programma corrente, ma azzera anche tutte le variabili a cui questo programma ha assegnato dei valori. Viene usato prima di inserire un nuovo programma.

Esempio:

PRESTO! È SCOMPARSO TUTTO!

```
]
```

LIST Fa sì che il programma corrente sia visualizzato sullo schermo. Negli esempi sono mostrate parecchie versioni di questo comando. Tutte presuppongono che ci sia un programma nel computer.

Esempi

1. Scrivete LIST e premete il tasto RETURN.
   Verrà visualizzato l'intero programma. Se questo è molto lungo, quando lo schermo sarà pieno il testo verrà fatto scorrere verso l'alto.
2. Scrivete LIST 20,100
   oppure
   LIST 20-100 e premete il tasto RETURN.
   Saranno visualizzate le linee di programma comprese tra la 20 e la 100.
3. Scrivete LIST -150 e premete RETURN.
   Veranno visualizzate tutte le linee dall'inizio del programma fino alla linea 150.
4. Scrivete LIST 150- e premete RETURN.
   Saranno listate tutte le linee a partire dalla linea 150 fino alla fine del programma.
5. Scrivete LIST 150 e premete RETURN.
   Questo causa la visualizzazione della sola linea 150.

Per fermare momentaneamente la lista di un programma ad un certo punto, tenete premuto il tasto CTRL (control) e battete la lettera S. Usate ancora CTRL S per far ripartire la stampa. Questo vi permetterà di esaminare delle parti di programma. Un comando LIST può essere annullato mediante un CTRL C, ma in questo caso non è più possibile far riprendere la visualizzazione, a meno che non si utilizzi un comando LIST che faccia ripartire la visualizzazione dal punto in cui era stata fermata.

RUN Permette l'esecuzione del programma che risiede attualmente nella memoria. Tutte le variabili vengono azzerate e l'esecuzione inizia dalla linea con il numero più basso (a meno che, dopo la parola RUN, non venga specificato il numero di linea di partenza, come nell'Esempio 2).

Esempi

1. Scrivete RUN e premete RETURN.
   Il programma sarà eseguito a partire dalla linea con il numero più basso.
2. Scrivete RUN 200 e premete RETURN.
   Il programma verrà eseguito partendo dalla linea 200.

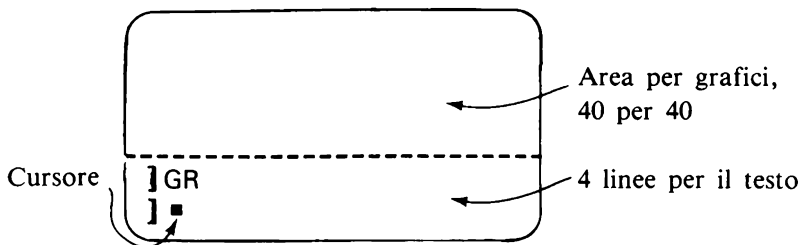
TEXT Questo comando predispone lo schermo alla visualizzazione di testi con un massimo di 40 caratteri per riga e con 25 righe. Questo è il formato normale usato quando si sta utilizzando il Basic Applesoft II. Il comando TEXT viene usato quando si vuole ritornare da un modo grafico al modo *text*. Può essere anche usato come istruzione in un programma.

Esempio

Scrivete TEXT e premete RETURN.

GR Predispone il video per i grafici a bassa risoluzione. Con questo comando si ha a disposizione una quadrettatura 40×40 dello schermo per fare grafici. Il video viene cancellato ed appare a sfondo nero. Il cursore è portato all'inizio della finestra per 4 linee di testo posta in fondo allo schermo. Il colore da usare per i grafici è posto automaticamente sul nero (COLOR = 0). Per realizzare dei grafici, bisogna dare a COLOR qualche altro valore (nero su nero non è molto visibile).

Esempio

Scrivete GR e premete RETURN

LOAD Questo comando causa la lettura di un programma da una cassetta nella memoria del calcolatore. Il registratore deve essere pronto (posto all'inizio del programma desiderato e in posizione PLAY) *prima* che il comando LOAD venga dato. Un "bip" indica che l'Apple ha trovato l'informazione sul nastro. Un secondo bip annuncia che il programma è stato letto correttamente. A questo

punto apparirà sul video il prompt dell'Applesoft. La lettura di un programma può essere interrotta solamente premendo il tasto RESET, oppure togliendo la corrente.

Esempio
Preparate il registratore, poi
scrivete LOAD e premete RETURN.
Finita la lettura, il video mostrerà:

SAVE Scrive il programma attualmente in memoria sulla cassetta. Si devono premere i tasti RECORD e PLAY del registratore *prima* dell'esecuzione del comando SAVE. Due bip segnalano l'inizio e la fine del procedimento SAVE.

Esempio
Preparate il registratore e poi
scrivete SAVE e premete RETURN.

CONT Se l'esecuzione di un programma è stata fermata mediante STOP, END o CTRL C, questo comando la fa ripartire dall'istruzione successiva a quella alla quale era stata interrotta. Non viene cancellato niente. CONT non può essere usato se avete (1) modificato, aggiunto o cancellato una qualsiasi linea di programma, o (2) ricevuto un messaggio di errore, che ha fermato l'esecuzione.

Esempio
Scrivete CONT e premete RETURN.

TRACE Serve nella correzione dei programmi. Fa apparire sul video i numeri di linea man mano che le linee vengono eseguite. Potete quindi vedere se il programma sta eseguendo la successione di operazioni desiderate. La scelta TRACE viene disabilitata con il comando NOTRACE.
Esempio
Scrivete TRACE e premete RETURN.
Poi scrivete RUN per vedere l'ordine di esecuzione delle linee.

NOTRACE Disabilita il comando TRACE discusso sopra.

Esempio
Scrivete NOTRACE e premete RETURN.
Quando il programma sarà eseguito nuovamente, non verrà stampato nessun numero di linea.

ISTRUZIONI DI ASSEGNAZIONE

Ci sono parecchi modi di assegnare dati (sia numerici che stringhe) alle variabili. Le istruzioni che svolgono questo compito, discusse in questo paragrafo, sono LET, INPUT, READ e GET. Sono anche discusse le istruzioni DATA e RESTORE; esse vengono usate assieme all'istruzione READ.

LET Questa istruzione può essere usata per assegnare dei valori alle variabili. La parola LET è facoltativa, come si può vedere negli esempi alle linee 50 e 60.

Esempi

```
10 LET M = 50          ←—— Assegna un valore numerico a M
20 FOR X = 1 TO 9
30 LET A$ = "MELE" ←—— Assegna la stringa MELE ad A$
40 LET M = M+1         ←—— Modifica il valore di una variabile
50 B = 1               ←—— Non occorre usare la parola LET.
60 B$ = "CASSETTA"←——  È facoltativa.
70 PRINT M;A$,B;B$
80 NEXT X
```

INPUT Serve per assegnare un valore ad una variabile durante l'esecuzione di un programma. Quando il calcolatore incontra questa istruzione, si ferma ed aspetta che l'utente scriva il valore da assegnare alla variabile.

Esempi

50 INPUT A

```
? ■
```

L'esecuzione di questa istruzione visualizza un punto interrogativo ed aspetta che l'utente scriva il valore e prema RETURN.

70 INPUT A,B,C,

Si può assegnare all'istruzione INPUT più di una variabile. I valori saranno inseriti separati da una virgola.

```
80 INPUT"SCRIVI IL TUO NOME, PER FAVORE";C$
```

Può essere stampato un messaggio per dirti che dato è richiesto. Il messaggio va racchiuso tra virgolette. La variabile C$ richiede l'input di una stringa. In questa forma, l'istruzione INPUT non stampa il punto interrogativo.

```
SCRIVI IL TUO NOME, PER FAVORE■
```

```
90 INPUT A$
```

```
?■
```

Nessun messaggio questa volta. Quando l'istruzione sarà eseguita, sul video apparirà un punto interrogativo.

```
100 INPUT"QUAL E' IL VALORE DI A?"; A
```

Se volete il punto interrogativo quando fate stampare un messaggio, inseritelo all'interno delle virgolette.

```
QUAL E' IL VALORE DI A?■
```

READ Dice al computer di leggere un valore contenuto in un'istruzione DATA e di assegnarlo ad una variabile. La prima volta che viene eseguita un'istruzione READ, sarà usato il primo dato contenuto nella prima istruzione DATA. La seconda volta, verrà preso il secondo dato fra quelli contenuti nelle istruzioni DATA, ecc. (Per degli esempi vedere DATA.)

DATA Permette di memorizzare dei dati all'interno del programma. I dati saranno letti (con un'istruzione READ) sequenzialmente. In un programma si possono usare più istruzioni DATA. I dati saranno letti dalla prima istruzione DATA finché questa non ne conterrà più. Poi verranno letti quelli della seconda istruzione DATA, e così via.

Esempio

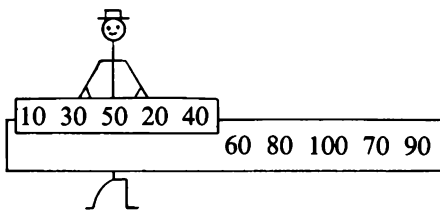
```
110 FOR X = 1 TO 10
120     READ Y          <------ Legge i dati in questo ordine:
130 NEXT X                       10
140 DATA 10,30,20,40,50          30
150 DATA 60,80,90,70,100         20
                                 40
                                 50
                                 60
                                 80
                                 90
                                 70
                                 100
```

RESTORE Fa sì che la prossima istruzione READ eseguita legga il primo dato nella prima istruzione DATA.

Esempio

```
100 FOR X = 1 TO 5
110     READ Y: PRINT Y    <--- Legge e stampa
120 NEXT X                        10,30,50,20,40
130 RESTORE                <--- Ritorna all'inizio della lista dei
140 FOR Z = 1 TO 10             dati.
150     READ W: PRINT W    <--- Legge e stampa
160 NEXT Z                        10,30,50,20,40,60,80,100,70,90
170 DATA 10,30,50,20,40
180 DATA 60,80,100,70,90
```

10 30 50 20 40

60 80 100 70 90

RESTORE

GET Questa istruzione prende (o legge) un singolo carattere dalla tastiera. Il calcolatore aspetta la pressione di un tasto, come in un'istruzione INPUT. Il carattere *non viene* visualizzato e *non occorre* premere il tasto RETURN.

Esempio

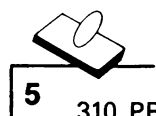
```
200 GET H$
210 IF H$ = "S" THEN GOTO 500
220 GOTO 100
```

La linea 200 aspetta che venga battuto un tasto. Il carattere scritto sarà memorizzato come variabile H$. Se fosse una S, dopo la linea 210 si passerebbe alla 500. Altrimenti, l'esecuzione proseguirà alla linea 100.

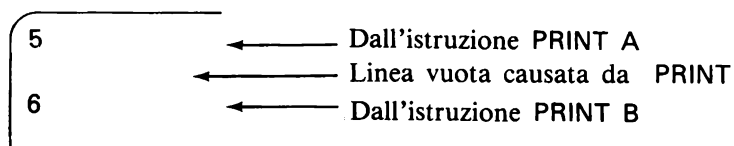
ISTRUZIONI DI VISUALIZZAZIONE

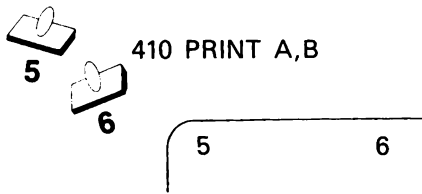
L'istruzione PRINT è usata in molte forme per visualizzare dati sul video. La stampa può essere anche cambiata da bianco su nero a nero su bianco mediante l'istruzione INVERSE. È anche possibile alternare questi due formati usando l'istruzione FLASH. L'istruzione NORMAL riporta il video al formato normale bianco su nero. HOME serve per cancellare il video. SPC viene usata per la spaziatura nelle stampe.

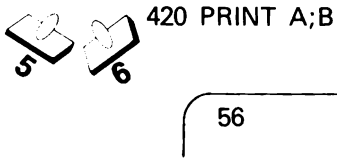
Esempi

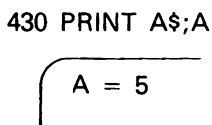
320 PRINT — La parola PRINT usata da sola fa sì che sullo schermo siano eseguite le istruzioni di "nuova linea" (*line feed*) e "ritorno carrello" (*return*) (vedere la linea 320 dell'esempio).

310 PRINT A — Stampa il valore di A e causa un line feed ed un return (vedere la linea 310 dell'esempio).

```
300 A = 5: B = 6
310 PRINT A
320 PRINT
330 PRINT B
```

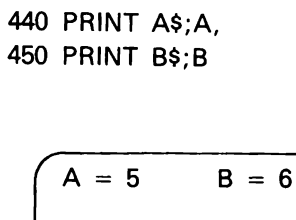
Risultato dell'esecuzione di queste linee:

400 PRINT"UNA STRINGA" — Stampa le parole UNA STRINGA e passa alla prossima linea.

410 PRINT A,B

Se A = 5 e B = 6, causa la stampa dei due valori sulla stessa linea ben separati.

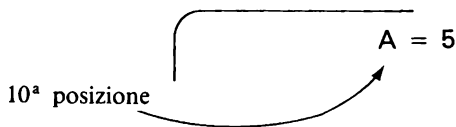
420 PRINT A;B

Questa volta i valori saranno stampati sulla stessa linea ma molto vicini.

430 PRINT A$;A

Se A$ = "A =" e A = 5, questa istruzione stamperà la stringa A = ed il valore di A.

A = 5

440 PRINT A$;A,
450 PRINT B$;B

Se A$ = "A =" e B$ = "B =" con A = 5 e B = 6, il risultato di queste due linee sarà quello mostrato. La virgola mantiene la stampa sulla stessa linea.

500 PRINT TAB(10)A$;A

La funzione TAB sposta la posizione attuale di stampa alla colonna specificata. (Le posizioni di stampa su una data linea vanno da 1 a 40.)

FLASH Questa istruzione abilita il video al modo lampeggiante. L'output è mostrato alternativamente come bianco su nero e nero su bianco. Si usi l'istruzione NORMAL per ritornare al modo non lampeggiante.

Esempio

70 FLASH
80 PRINT"LAMPEGGIO" ← La parola LAMPEGGIO apparirà lampeggiante.

INVERSE Fa sì che l'output sia visualizzato a caratteri neri su sfondo bianco.

Esempio

100 INVERSE

110 PRINT"INVERSIONE" ←— La parola INVERSIONE apparirà a lettere nere su sfondo bianco.

NORMAL Fa tornare il video al modo normale con caratteri bianchi su sfondo nero.

Esempio

70 FLASH

80 PRINT"LAMPEGGIO" ←— La parola LAMPEGGIO lampeggerà e rimarrà tale.

100 NORMAL

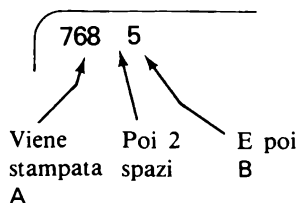
110 PRINT"NORMALE" ←— La parola NORMALE, e tutto ciò che sarà stampato dopo, apparirà nel modo normale (a meno che non si usino ancora le istruzioni FLASH o INVERSE).

HOME Questa istruzione sposta il cursore nella posizione in alto a sinistra all'interno della finestra per il testo. Cancella anche tutto il testo contenuto nella finestra. HOME può essere usata nei modi text o grafico.

SPC(X) Inserisce X spazi tra l'ultimo dato stampato ed il prossimo da stampare se l'istruzione SPC è preceduta e seguita da un punto e virgola. È usata *soltanto* all'interno di istruzioni PRINT.

Esempio

400 PRINT A;SPC(2);B

Se A = 768 e B = 5, la linea 400 (quando eseguita) visualizzerà:

Alcune parti di un programma possono essere ripetute utilizzando certe istruzioni del Basic, come GOTO, ON...GOTO, IF...THEN e FOR...NEXT. Le subroutine possono essere eseguite mediante GOSUB e RETURN.

GOTO Fa saltare l'esecuzione dalla linea in cui si trova il GOTO a quella specificata dopo la parola GOTO.

Esempi

```
30 GOTO 200          ← Tutte le linee tra la 30 e la 200
.                      vengono saltate.
.
.
70 A = 73            ← Il programma salta dalla linea 210
80 PRINT A             alla linea 70
90 END
.
.
.
200 PRINT"FINE"
210 GOTO 70
```

ON... GOTO 100,200,300... Questa istruzione valuta l'espressione aritmetica che segue la parola ON. Poi salta al numero di linea (100, 200,300,...) in base al risultato della valutazione. 100,200,300, ecc., devono essere numeri di linea presenti nel programma.

Esempio

```
.
.
150 ON INT(B/100) GOTO 200,300,400
160 PRINT "INT(B/100) E' 0 O >3"
.
.
```

Viene calcolata l'espressione INT(B/100). Poi:

a. se il risultato è = 1, dopo la linea 150, sarà eseguita la 200;
b. se il risultato è = 2, dopo la linea 150, sarà eseguita la 300;
c. se il risultato è = 3, dopo la linea 150, sarà eseguita la 400;
d. se il risultato è = 0 o è >3, dopo la linea 150, sarà eseguita la 160.

IF...THEN Se la condizione contenuta tra le parole IF e THEN è vera, allora verrà eseguita l'istruzione che segue la parola THEN. Altrimenti, l'istruzione che segue THEN è ignorata.

Esempi

200 IF X>5 THEN GOTO 400 ← Salta alla linea 400 se, e solo se, X>5

210 IF X<= 5 THEN PRINT "X NON E' > 5"

220 X = X+1 ↖ Se X < = 5, allora vengono stampate le parole X NON E'>5 e poi viene eseguita la linea 220.

↖ Altrimenti, le parole non vengono stampate e viene eseguita la linea 220.

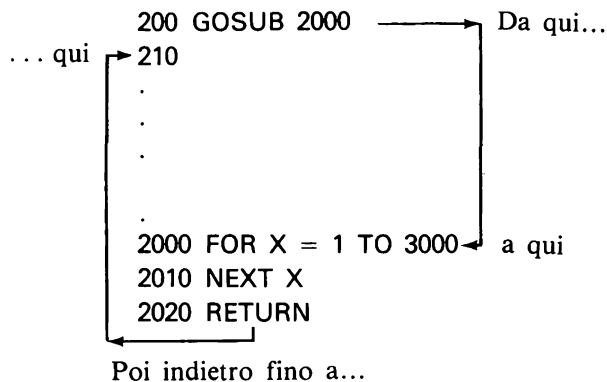
FOR...NEXT Questa è una combinazione di due istruzioni. Vi permette di ripetere un insieme di istruzioni comprese tra FOR e NEXT un numero di volte specificato.

Esempi

20 FOR X = 1 TO 25 ← Limite superiore
30 PLOT X,10 ← Stampa 25 punti, da 1,10 a 25,10
40 NEXT X ← Incrementa X di 1

20 FOR N = −10 TO 10 STEP 2 ← Incrementa N di 2 unità alla volta
30 PRINT N ← Stampa i numeri pari da −10 a 10.
40 NEXT N

GOSUB Fa saltare l'esecuzione ad una subroutine che avete scritto a partire dal numero di linea specificato. Alla fine della subroutine, un'istruzione RETURN nella subroutine stessa fa ritornare l'esecuzione del programma alla linea che segue l'istruzione GOSUB usata più recentemente.

Esempio

RETURN Questa istruzione viene usata alla fine di una subroutine, per ritornare all'istruzione che segue immediatamente la più recente istruzione GOSUB eseguita. (Vedere l'esempio sopra.)

ISTRUZIONI PER LA GRAFICA

Le istruzioni per la grafica qui illustrate sono GRaphics, COLOR, PLOT, HLIN, VLIN, PDL e TEXT. Il modo grafico presenta un video che è piuttosto differente da quello del modo text. Si deve essere in grado di passare da un modo all'altro.

GR Abilita il modo grafico in bassa risoluzione. (Vedere GR nel paragrafo "Comandi".)

COLOR Sceglie il colore per grafici in bassa risoluzione. L'istruzione GR sceglie automaticamente il colore nero (0). I valori dei colori sono:

0 nero	4 verde scuro	8 marrone	12 verde
1 magenta	5 grigio	9 arancio	13 giallo
2 blu scuro	6 blu	10 grigio	14 acquamarina
3 viola	7 azzurro	11 rosa	15 bianco

PLOT Illumina uno dei 40 per 40 punti in bassa risoluzione dell'area grafica alla colonna e riga specificate. Il punto sarà del colore scelto con l'istruzione COLOR. Le tre istruzioni sono usate assieme.

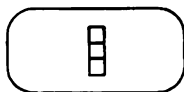
Esempio

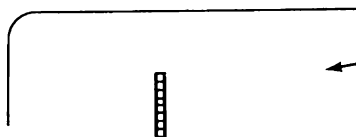
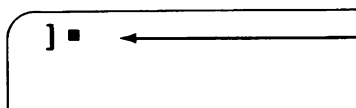
10 GR ← Abilita il modo grafico
20 COLOR = 9 ← Usa l'arancio
30 PLOT 20,30 ← Stampa un punto alla colonna 20, riga 30

HLIN Serve per disegnare una linea orizzontale. Vengono specificate le colonne iniziale e finale e la riga dove la linea va tracciata.

Esempio:

10 GR
20 COLOR = 4 ← Colore verde scuro
30 HLIN 10,20 AT 30 ← Disegna alla riga 30
← Finisce alla colonna 20
← Inizia alla colonna 10

VLIN Disegna una linea verticale da una riga ad un'altra alla colonna specificata.

PDL(0) o PDL(1) Legge il valore corrente di uno dei controlli per giochi (un numero da 0 a 255). Le *"paddle"* (controlli per giochi) possono essere usate per stampare punti nel modo grafico a bassa risoluzione, come mostrato sotto. (Possono anche essere utilizzate per grafici ad alta risoluzione.)

TEXT Questa istruzione è usata per tornare al modo TEXT dopo aver usato il modo grafico ad alta o bassa risoluzione.

ISTRUZIONI DI RELAZIONE

Due valori possono essere confrontati usando una delle possibili istruzioni di relazione. Il risultato di questo confronto può essere usato dal calcolatore per "prendere una decisione", come ad esempio che cosa fare dopo.

RELAZIONI MATEMATICHE

=	è uguale a
>	è maggiore di
<	è minore di
>=	è maggiore o uguale a
<=	è minore o uguale a
#	non è uguale a

RELAZIONI LOGICHE

AND	Vera se entrambe le condizioni sono vere, altrimenti falsa.
OR	Vera se una o entrambe le condizioni sono vere; altrimenti falsa.
NOT	Negazione dell'espressione.

Esempi

```
200 IF A>5 THEN GOTO 340
300 IF A#B THEN PRINT "A NON E' UGUALE A B"
400 IF A = 5 AND B> = 6 THEN C = A+B
```

PRECEDENZE NELLE RELAZIONI MATEMATICHE E LOGICHE

Il computer valuta delle espressioni eseguendo le operazioni in un ordine specifico. L'ordine in cui esegue queste operazioni è in accordo con la seguente lista. Il loro ordine di precedenza è dall'alto verso il basso.

Ordine	*Operazione*	*Funzione*
1.	( )	Valuta l'espressione tra parentesi
2.	NOT	Nega
3.	^	Eleva a potenza (esponenzia)
4.	*, /	Moltiplica o divide (da sinistra a destra)

5.	+, −	Somma o sottrae (da sinistra a destra)
6.	=, >, <, >=, <=, #	Confronta
7.	AND	Fa l'AND tra due espressioni
8.	OR	Fa l'OR tra due espressioni

STRINGHE E FUNZIONI

Si usano parecchie istruzioni per manipolare stringhe. Spiegheremo solo quelle che saranno usate in questo libro, e cioè ASC, CHR$ e LEFT$. Sono anche disponibili parecchie funzioni interne, ma noi useremo soltanto la funzione INTeger.

ASC Questo comando ritorna (fornisce) il codice decimale ASCII del primo carattere della stringa chiusa tra parentesi dopo le lettere ASC.

Esempio

```
100 PRINT ASC("SI")
.
.
.
190 GET H$
200 IF ASC(H$)<60 THEN GOTO 100
210 ...
```

Stampa 83 (il codice ASCII della lettera S)

Prende un singolo carattere

Se il codice ASCII del carattere scritto è < 60, va alla linea 100, altrimenti alla 210

CHR$ Ritorna (fornisce) il carattere che corrisponde al valore contenuto fra parentesi. Questo valore deve essere compreso tra 0 e 255 inclusi.

Esempio

```
300 H = 14
310 PRINT CHR$(H+55)
```

Se H = al numero decimale 14, allora H+55 = 69. Il carattere il cui codice ASCII è 69 è la lettera E. Verrà stampata questa lettera.

LEFT$ Ritorna (fornisce) il numero specificato di caratteri più a sinistra nella stringa racchiusa tra parentesi. Se non viene specificato nessun numero, ritorna il primo carattere della stringa.

Esempi

```
200 PRINT LEFT$ ("YESTERDAY", 3)
.
.                               Stamperà: YES (i 3 caratteri più a
.                               sinistra di YESTERDAY)
.
250 INPUT H$
260 IF LEFT$(H$) = "Y" THEN GOTO 100
270 ...                         Se il primo carattere della stringa in
                                input per H$ è una Y, allora passerà
                                alla linea 100. Altrimenti andrà alla
                                linea 270.
```

INT La funzione INTeger ritorna il più grande intero minore o uguale dell'espressione che segue, tra parentesi, la parola INT.

Esempi

100 INT (A/3)

Se A = 5, A/3 = 1.66667 e INT(A/3) = 1
Se A = 1, A/3 = 0.333333 e INT(A/3) = 0
Se A = 15, A/3 = 5 e INT(A/3) = 5
Se A = −5, A/3 = −1.66667 e INT(A/3) = 2

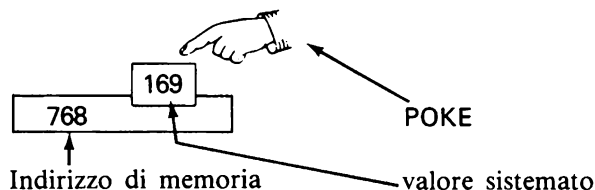
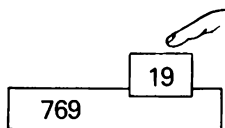
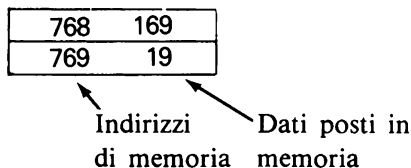
ISTRUZIONI BASIC PARTICOLARMENTE IMPORTANT

Ci sono tre istruzioni che userete sempre più spesso nel costruire il ponte tra il Basic ed i programmi in linguaggio macchina che creerete. Queste istruzioni sono POKE, PEEK, e CALL.
In Basic, i numeri di linea servono come riferimento per il calcolatore. Le singole istruzioni vengono trovate ed eseguite secondo il numero di linea associato ad ogni istruzione.
Le istruzioni in linguaggio macchina sono eseguite in base alla loro posizione in memoria. Non ci sono numeri di linea. L'esecuzione inizia ad una locazione di memoria che deve essere specificata. Poi le istruzioni sono normalmente eseguite nell'ordine in cui appaiono in memoria. Il sistema operativo Basic (descritto nel Cap. 2) è usato per mettere le istruzioni in linguaggio macchina ed i dati nelle corrette locazioni di memoria che saranno usate dal programma in linguaggio macchina. Questo viene fatto principalmente dalla seguente istruzione Basic.

POKE indirizzo, dato — Dove l'indirizzo è quello decimale della locazione di memoria dove va posto il dato.

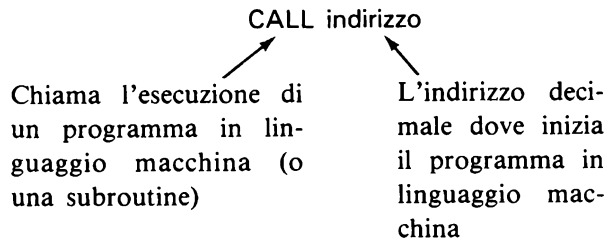
Poiché POKE è un'istruzione del Basic, i valori dell'indirizzo e del dato devono essere specificati come valori decimali.

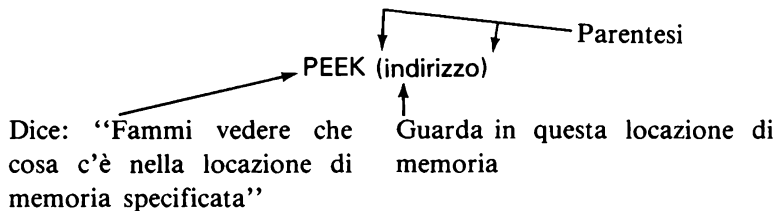
Esempi

100 POKE 768, 169 — Pone il valore 169 nella locazione di memoria 768

110 POKE 769,19 — Pone il valore 19 nella locazione di memoria 769

Ora abbiamo:

Ogni istruzione in linguaggio macchina ed ogni dato usato nel programma in linguaggio macchina sarà inserito dal sistema operativo del Basic con un'istruzione POKE.

Quando il programma in linguaggio macchina ed i dati sono stati inseriti dalle istruzioni POKE del Basic, il controllo deve essere passato dal Basic al programma in linguaggio macchina. Questo viene fatto con l'istruzione:

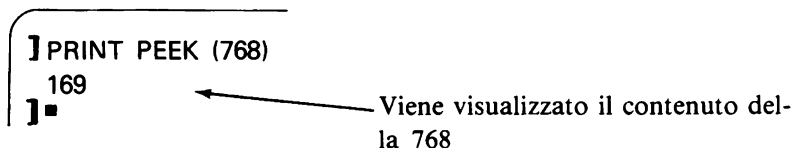
Chiama l'esecuzione di un programma in linguaggio macchina (o una subroutine)

L'indirizzo decimale dove inizia il programma in linguaggio macchina

Esempio
CALL 768 ← Questo farà sì che il computer esegua il programma in linguaggio macchina che inizia alla locazione di memoria 768

Una terza istruzione del Basic, che userete spesso, vi permette di esaminare il contenuto di una specifica locazione di memoria. Potete esaminare una locazione di memoria con l'istruzione:

Se volete vedere sul video il contenuto della locazione, usate l'istruzione PRINT.

Esempio
900 PRINT PEEK (768)
Questa istruzione farà apparire sul video il valore contenuto nella locazione di memoria 768.

Se 169 è nella memoria 768 ed eseguiamo l'istruzione PRINT PEEK nel modo immediato, vedremo questo sul video.

Viene visualizzato il contenuto della 768

L'istruzione PEEK può essere usata per esaminare il programma in linguaggio macchina stesso, oppure per visualizzare il risultato della sua esecuzione, che è stato posto in una locazione di memoria.
Queste tre istruzioni (POKE, CALL e PEEK) saranno usate ripetutamente per stabilire un legame tra Basic e linguaggio macchina. Il programma in

linguaggio macchina viene posto in memoria per mezzo del Basic. Viene poi eseguito, dal Basic, mediante l'istruzione CALL. L'istruzione PEEK può essere usata per vedere i risultati o il programma stesso.
Farete spesso assegnamento su queste tre istruzioni del Basic. Se si vuole stabilire una solida relazione tra Basic e linguaggio macchina, si devono capire a fondo queste istruzioni fondamentali. Saranno usate ancora nel Cap. 2, dove è discusso il sistema operativo del Basic.

ESERCIZI

1. Dite che funzione ha ognuno dei seguenti comandi.
   a. NEW ______________________
   ____
   b. LIST ______________________
   ____
   c. GR ______________________
   ____

2. Il comando TRACE causa la visualizzazione dei numeri di linea mentre un programma viene eseguito. Quale comando lo disabilita? ____

3. Scrivete tre istruzioni del Basic usate per assegnare valori alle variabili.
   a. ______________
   b. ______________
   c. ______________

4. Se state attualmente usando la grafica a bassa risoluzione, e volete tornare al modo normale per i testi con il cursore in alto a sinistra, quali due comandi dovete dare?
   a. ______________
   b. ______________

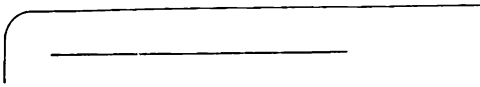
5. Alcune delle operazioni mostrate sotto non sono nel corretto ordine di precedenza. Disponetele nell'ordine giusto.
   ( ) ______________
   *, / ______________
   >= ______________
   AND ______________
   NOT ______________

6. Mettete i valori nelle corrette posizioni di memoria come indicato dalle seguenti istruzioni.

```
100 POKE 768,19
110 POKE 770,14
120 POKE 772,18
130 POKE 771,15
140 POKE 769,16
```

768	
769	
770	
771	
772	

7. Che cosa verrà visualizzato sullo schermo quando saranno eseguite le istruzioni dell'esercizio 6 e quella riportata qui sotto?

```
150 PRINT PEEK(772)
```

RISPOSTE AGLI ESERCIZI

1. a. NEW Elimina ogni precedente programma e cancella tutte le variabili.
   b. LIST Visualizza il programma corrente sul video.
   c. GR Abilita il modo grafico in bassa risoluzione.
2. NOTRACE
3. a. LET A = 5 (o soltanto A = 5)
   b. INPUT A
   c. READ A
4. a. TEXT
   b. HOME
5. ( )
   NOT
   *, /
   >=
   AND
6.

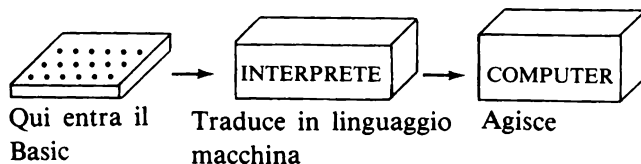
768	19
769	16
770	14
771	15
772	18

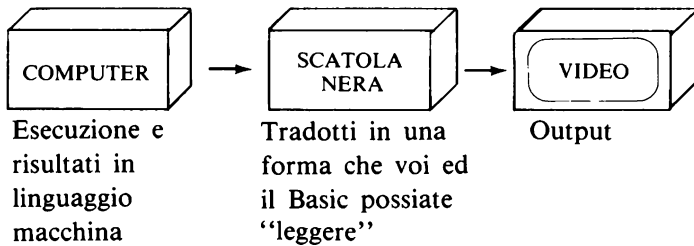
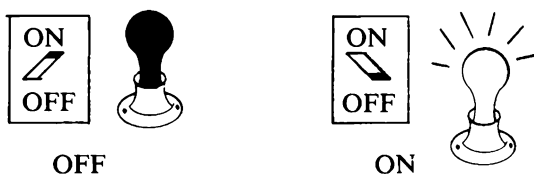
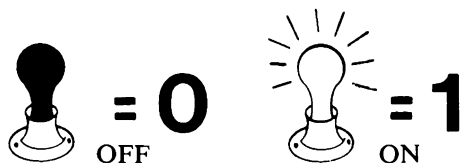
7. 18

CAPITOLO DUE

Attraversare il ponte

SOB

Quando comunicate con il computer in Basic, state parlando attraverso un interprete. Ogni linea di programma deve essere esaminata in dettaglio dall'interprete e tradotta in un codice che il calcolatore possa comprendere. Per voi è facile scrivere programmi in Basic, che però è una lingua "straniera" per il computer. Il calcolatore non può capire nemmeno la più semplice delle istruzioni Basic. Le parole e le istruzioni del Basic devono essere tradotte in codici numerici binari che hanno un preciso significato per il computer. Questi codici numerici sono "parole" che il calcolatore può capire. Essi sono il linguaggio del computer, chiamato *linguaggio macchina.* Le istruzioni devono essere in codice di linguaggio macchina prima che il calcolatore le possa comprendere.

Quando le istruzioni in Basic sono state interpretate, il computer le esegue. I risultati intermedi e finali devono essere tradotti ancora una volta

in una forma che il Basic possa usare e che voi siate in grado di capire facilmente.

La traduzione del Basic è un lavoro che richiede del tempo all'interprete, ed è uno spreco di tempo per il computer. Inoltre, in Basic, non è sempre possibile specificare quello che si vuole che il calcolatore faccia.
Sebbene la programmazione in linguaggio macchina sia un compito più lungo e dettagliato rispetto a quella in Basic, vi porterà ad un contatto più stretto con il computer. Quando usate il linguaggio macchina, state comunicando con il computer direttamente. Otterrete risposte rapide ed avrete una miglior comprensione della "personalità" del calcolatore, delle sue reali possibilità ed anche dei suoi difetti. Scoprirete che il computer parla e comprende un linguaggio formale molto limitato. Ogni parola è della stessa lunghezza ed ha un formato rigido. Ma le regole di forma e sintassi del linguaggio macchina sono molto più semplici di quelle della lingua italiana.
Le parole del linguaggio macchina possono essere suddivise in otto bit (*bi*nary digi*t* = cifra binaria) che hanno solo due possibili stati (o condizioni). Questi piccoli bit sono molto simili ad una lampadina, che può essere accesa o spenta.

Il computer interpreta questi bit come se fossero uno dei due simboli numerici 0 o 1. Una disposizione di 1 e 0 è per il computer una parola con significato, o un'idea completa. Perciò, se vogliamo comunicare direttamente con il calcolatore, dobbiamo imparare queste parole.

Un esempio di disposizione di 8 bit (cioè uno schema con grandezza e forma che il computer può capire) è questo.

Il computer riconoscerà questa disposizione come un unico codice numerico e risponderà svolgendo una particolare azione o usando il numero come uno specifico dato.
Poiché le istruzioni del linguaggio macchina sono puramente dei numeri posti nella memoria del calcolatore, possiamo usare il Basic per effettuare questa operazione. L'istruzione del Basic:

POKE indirizzo, dato

memorizzerà il dato nella locazione di memoria stabilita dall'indirizzo. (Potete rivedere questa istruzione al Cap. 1.)

Il dato contenuto nell'istruzione POKE deve stare tra 0 e 255, a causa della natura delle locazioni di memoria del computer. Numeri più grandi richiedono più di una locazione. Se tentate di inserire in memoria un numero maggiore di 255, il computer non accetterà l'istruzione e risponderà semplicemente con ILLEGAL QUANTITY ERROR.

Esempio

È importante stare attenti quando si inseriscono valori in memoria. Se si utilizza una locazione sbagliata è possibile eliminare valori o istruzioni essenziali.
L'Applesoft II possiede un'istruzione che permette di vedere il valore decimale del contenuto di una certa locazione di memoria. Essa è:

PEEK (indirizzo)

Per visualizzare il contenuto di un dato indirizzo, potete usare l'istruzione 200 PRINT PEEK (768). Il computer stamperà il valore decimale (fra 0 e 255) contenuto nella locazione il cui indirizzo è 768.
L'Apple, quindi, vi permette di mettere dei valori nella sua memoria e di vedere quelli che già contiene. Cercate di familiarizzare con queste due istruzioni nel modo esecuzione immediata. Provate i seguenti esempi ed altri che potete inventare.

Esempi
Prima POKE (inserire)

```
]POKE 768,173
]POKE 769,25
]POKE 770,3
]■
```

Poi PEEK (guardare)

```
]POKE 768,173
]POKE 769,25
]POKE 770,3
]PRINT PEEK(768)
173 ←
]PRINT PEEK (769)
25 ←
]PRINT PEEK (770)
3 ←
]■
```

Vedete, il valore 173 è nella locazione di memoria 768
Il valore 25 è nella locazione 769
E il valore 3 è nella locazione 770

I valori decimali che possono essere usati come indirizzo nelle istruzioni POKE e PEEK dipendono dalla capacità di memoria del calcolatore.

USO DELLA MEMORIA

Molti indirizzi di memoria non possono essere usati per programmi in linguaggio macchina, poiché contengono informazioni necessarie al sistema operativo dell'Apple. Il sistema operativo può essere paragonato alla torre di controllo di un aeroporto che dirige il flusso di traffico che viene e parte dall'aeroporto. Il sistema operativo dirige il flusso di operazioni fatte dal computer. Una POKE nelle locazioni del sistema operativo può alterare la funzionalità del sistema o del vostro programma in Basic.
Oltre al sistema operativo dell'Apple, userete il sistema operativo Basic, che sarà discusso in questo capitolo. È scritto in Basic e sarà memorizzato nella parte di memoria riservata ai programmi in Basic (vedere la mappa della memoria che segue). Esso controllerà l'input, le correzioni, e le operazioni dei programmi in linguaggio macchina che userete.
Non si possono nemmeno memorizzare dati agli indirizzi che contengono le ROM del monitor, le ROM dell'Applesoft o porte di input/output non utilizzate. Le ROM (*Read Only Memory*) sono memorie a sola lettura, cioè memorie dalle quali le informazioni possono essere lette, ma nelle quali *non* è possibile mettere delle informazioni. Esse contengono già delle informazioni che sono protette (non possono essere cambiate da un programma o con un input in modo immediato).
Ecco una mappa della memoria per il firmware Applesoft.

MAPPA DELLA MEMORIA
APPLESOFT IN FIRMWARE (ROM)

Indirizzo	*Funzione*
00000-00511	Spazio di lavoro del programma, non a disposizione dell'utente
00512-00767	Buffer dei caratteri della tastiera
*00768-01023	A disposizione dell'utente per brevi programmi in linguaggio macchina
01024-02047	Area riservata al video
02048-XXXXX	Area a disposizione dell'utente per programmi in Basic e variabili. XXXXX è determinato dalla massima quantità di memoria RAM installata sulla tua macchina con 16 K, XXXXX = 16383 con 32 K, XXXXX = 32767 con 64 K, XXXXX = 49151
08192-16383	Usata dai grafici ad alta risoluzione (pagina 1)
16384-24575	Usata dai grafici ad alta risoluzione (pagina 2)

49152-53247	Indirizzi di I/O dell'hardware	
53248-63487	Interprete Applesoft (se l'interruttore è posizionato per il Basic Applesoft)	
53248-57343 57344-63487	Area per le ROM Integer Basic e mini-assembler	(Se l'interruttore è posizionato per l'Integer Basic)
64488-65535	Monitor di sistema dell'Apple	

*Questa è l'area che si utilizzerà per i programmi in linguaggio macchina.

NOTA Se avete l'Applesoft su disco, potete trovare la mappa della memoria sul *Disk Operating System Instructional and Reference Manual.*

L'area che sarà usata per i programmi in linguaggio macchina è stata marcata con un asterisco su ogni mappa di memoria. Questa area, dall'indirizzo 768 all'indirizzo 1023, è la stessa per entrambe le versioni Applesoft. Essa sarà sufficiente per la maggior parte, se non per tutti, i programmi in linguaggio macchina. Se vi servirà più spazio, quando i vostri programmi si allungheranno, si potranno mettere nell'area normalmente riservata ai programmi in Basic.
Useremo il programma che segue per mostrare come si usa il Basic per sistemare in memoria un programma in linguaggio macchina. I dati nelle istruzioni POKE sono gli elementi del programma in linguaggio macchina. Controlleremo anche il programma, usando l'istruzione PEEK, per verificare che sia stato memorizzato agli indirizzi giusti.

USO DI POKE E PEEK

```
100 REM *CANCELLA LO SCHERMO*
110 HOME

200 REM *MEMORIZZA IL PROGRAMMA*
210 POKE 768,169
220 POKE 769,19
230 POKE 770,141
240 POKE 771,37
250 POKE 772,3
260 POKE 773,96
```

```
300 REM*VISUALIZZA IL PROGRAMMA*
310 FOR X = 768 TO 773
320 PRINT PEEK(X)
330 NEXT X
```

Ora se eseguite questo programma in Basic, i valori posti in memoria verranno visualizzati.

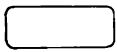
```
169
19
141
37
3
96
]■
```

Sì, il programma in linguaggio macchina è stato sistemato in memoria correttamente. Usando soltanto due istruzioni del Basic, avete gli strumenti necessari per inserire programmi in linguaggio macchina (con POKE) e controllarli (con PEEK). Tuttavia, ci serve anche un modo per eseguirli dopo che sono stati inseriti.
L'istruzione CALL causa l'esecuzione di un programma in linguaggio macchina che inizia ad uno specifico indirizzo. L'indirizzo da usare per il programma che avete appena inserito è 768. Si può eseguire il programma usando l'istruzione:

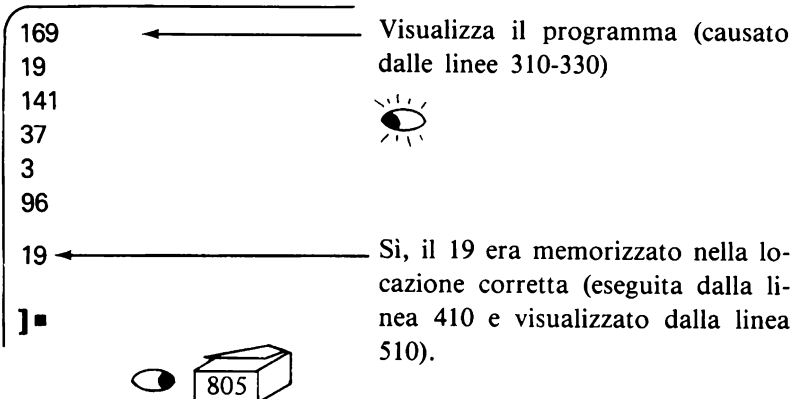
```
410 CALL 768
```

L'istruzione CALL è usata per eseguire un programma in linguaggio macchina che è una subroutine di un programma in Basic. Un'istruzione GOSUB esegue una subroutine in Basic da un programma in Basic; un'istruzione CALL esegue una subroutine in linguaggio macchina da un programma in Basic.
Aggiungeremo l'istruzione CALL al nostro programma cosicché potremo eseguire la subroutine in linguaggio macchina. Metteremo anche un'istruzione PEEK per vedere il risultato ed accertarci che il programma sia stato eseguito correttamente.
L'ultima istruzione eseguita nel programma in linguaggio macchina deve essere un "ritorno dalla subroutine" (RTS). Questa è un'istruzione che ha, per una subroutine in linguaggio macchina, la stessa funzione dell'istruzione RETURN del Basic per una subroutine in Basic. Essa riporta il controllo al programma in Basic dal quale la subroutine era stata chiamata.

Per ora non preoccupatevi delle istruzioni in linguaggio macchina che saranno usate nel programma. I codici di questo linguaggio saranno introdotti gradualmente a partire dal Cap. 3. Per il momento, una spiegazione di ogni parte del programma è data a destra dei codici di macchina. Il nostro programma completo è questo:

POKE, PEEK E POI ANCORA POKE

```
100 REM*CANCELLA LO SCHERMO*
110 HOME

200 REM *MEMORIZZA IL PROGRAMMA*
210 POKE 768,169        Prende il valore 19
220 POKE 769,19
230 POKE 770,141        Lo sistema in memoria
240 POKE 771,37
250 POKE 772,3
260 POKE 773,96         Ritorno dalla subroutine

300 REM *VISUALIZZA IL PROGRAMMA*
310 FOR X = 768 TO 773
320 PRINT PEEK(X)
330 NEXT X

400 REM*ESEGUE IL PROGRAMMA*
410 CALL 768

500 REM *GUARDA IL RISULTATO IN MEMORIA*
510 PRINT: PRINT PEEK(805)
```

Abbiamo memorizzato 19 qui.

Quando il programma girerà, questo è quello che vedrete:

Quando il programma sarà eseguito, non vedrete le istruzioni in linguaggio macchina mentre vengono messe in memoria dalle istruzioni 210-260. Sullo schermo verranno visualizzati i risultati dell'esecuzione delle istruzioni del ciclo FOR...NEXT (linee 310-330):

169	Questi sono codici di linguaggio
19	macchina e valori di dati che sono
141	stati memorizzati dalle linee 210-
37	260 e stampati dall'istruzione alla
3	linea 320 nel ciclo FOR-NEXT.
96	

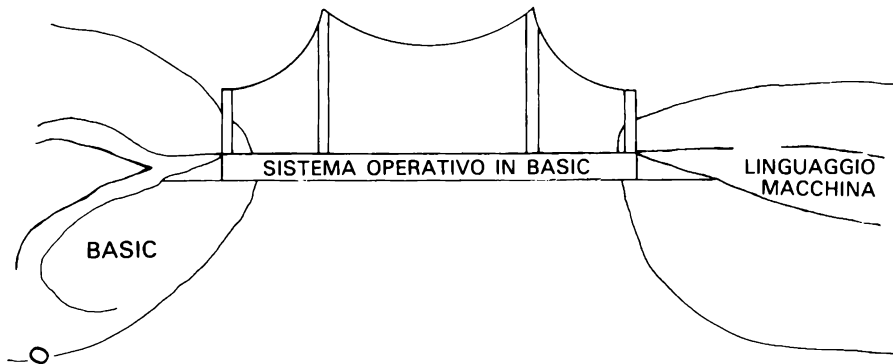
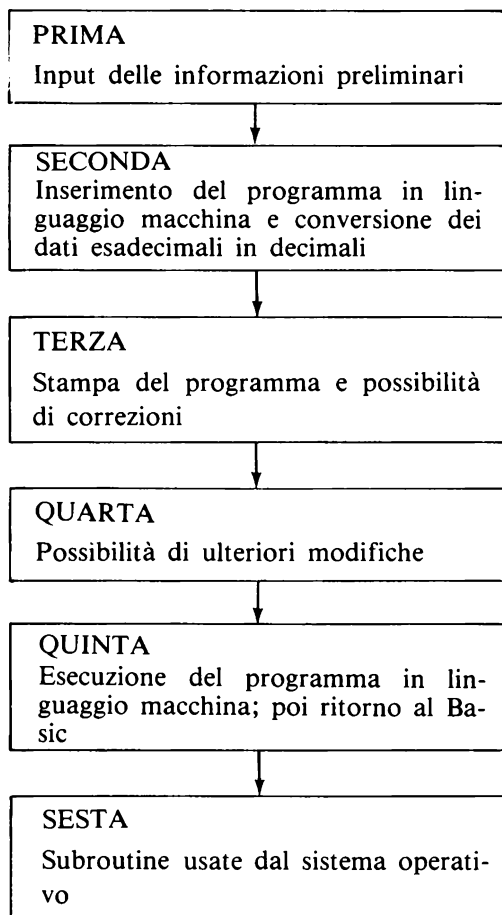
Dopo la visualizzazione dei dati, la linea 410 farà partire l'esecuzione del programma in linguaggio macchina. Quando il calcolatore ritornerà al programma in Basic (ritorno causato dall'ultima istruzione del programma in linguaggio macchina), la linea 510 causerà la stampa del valore 19, assicurandosi così che il dato è stato posto nella locazione di memoria che volevamo.

UN SEMPLICE SISTEMA OPERATIVO IN BASIC

Basandoci sulle istruzioni del Basic appena usate, costruiremo ora un semplice programma in Basic che possa accettare ed eseguire un programma in linguaggio macchina, e leggere i risultati forniti. Mancherà di molte caratteristiche che sono desiderabili per una programmazione più sofisticata, ma per i nostri scopi sarà sufficiente.
È un programma in linguaggio Basic, ma lo potrete usare per inserire ogni programma in linguaggio macchina che incontrerete nel resto del libro. Lo potrete anche usare per esaminare i programmi già inseriti nella ricerca di eventuali errori. Lo utilizzerete per eseguire i programmi usando l'istruzione CALL al momento appropriato. Questo programma in Basic permette anche di esaminare i risultati del programma in linguaggio macchina che esso ha creato.
Il programma in Basic sarà usato per così tante cose che abbiamo deciso di chiamarlo sistema operativo. Esso è l'operatore ed ha il controllo di tutte le operazioni che saranno effettuate dal computer una volta che sia stato inserito ed eseguito. Poiché è scritto in Basic, gli abbiamo dato il nome completo: sistema operativo in Basic (in breve sistema operativo). Ricordate che il sistema operativo è scritto in Basic, cosicché esso comprende (usa) istruzioni del Basic e numeri *decimali*. Tuttavia, come abbiamo detto prima, il computer può capire solo istruzioni in linguaggio macchina che sono codificate come numeri binari. In effetti, molti riferi-

menti standard al linguaggio macchina listano questi codici come numeri esadecimali. Questi strani numeri saranno spiegati nel Cap. 3, dove introdurremo le istruzioni in linguaggio macchina.
Ecco il nostro dilemma:

1. I riferimenti listano i codici di linguaggio macchina come numeri *esadecimali*.
2. Il computer comprende i codici solo come numeri *binari*.
3. L'interprete Basic deve ricevere numeri *decimali*, che poi converte in numeri *binari* che il computer usa.

Si potrebbe convertire ogni codice di linguaggio macchina esadecimale in un valore decimale che l'interprete Basic possa usare. Questa conversione è un compito lungo e noioso. Il computer potrebbe fare questa conversione più velocemente di un uomo, se fosse provvisto di un programma adatto allo scopo. Per questo motivo includeremo questa possibilità come parte del sistema operativo.
Seguiteci mentre progetteremo questo sistema operativo: esso servirà da ponte per portarvi dalla programmazione in Basic a quella in linguaggio macchina.

Inizieremo ora la costruzione del nostro sistema operativo, spiegandone ogni sua parte funzionale. Il breve programma in linguaggio macchina introdotto precedentemente sarà usato per mostrare come lavora ogni parte del sistema operativo. Ecco una breve descrizione del sistema operativo suddiviso in parti funzionali.

Prima ▯

Dobbiamo avere qualche informazione fondamentale sul programma in linguaggio macchina che sarà usato. Abbiamo bisogno di sapere il suo indirizzo iniziale in memoria e quanto sarà lungo il programma (quante locazioni userà). Nella terminologia dei computer si dice che ogni locazione di memoria contiene un byte di informazioni. Un byte è costituito da 8 bit. I bit sono stati discussi brevemente in questo capitolo, e sia byte che bit saranno discussi più a fondo nel Cap. 3. Ecco come si ottengono le informazioni per ogni locazione di memoria.

PARTE 1

```
100 REM *RICHIESTA DI INFORMAZIONI SUL PROGRAMMA*
110 HOME
120 INPUT "INDIRIZZO INIZIALE DEL PROGRAMMA=?";S    entrambi gli input in
130 INPUT "QUANTI BYTE?"; B                         decimale
140 INPUT "BATTI RETURN PER INSERIRE IL PROGRAMMA";A$

150 A = S
```

La linea 110 cancella lo schermo. Alla linea 120 inserite l'indirizzo iniziale del programma. (Noi, come indirizzo iniziale, useremo 768.) La linea 130 richiede il numero di byte. (Il programma che useremo è di 6 byte.) L'indirizzo iniziale è assegnato alla variabile S, mentre il numero di byte è assegnato alla variabile B. Il computer aspetta alla linea 140 che si incominci ad inserire il programma. Dopo aver premuto il tasto RETURN, alla variabile A viene assegnato lo stesso valore di S. Questo viene fatto per salvare in S l'indirizzo iniziale, mentre A viene usata come indirizzo di lavoro, che cambia per indicare al computer a quale indirizzo sistemare i successivi dati.

Esempio

Seconda

Poi il sistema operativo stamperà in ordine ogni indirizzo ed aspetterà che si inserisca un codice esadecimale a due cifre, sia come codice di un'istruzione del programma che come byte di dati. Ricordate, il sistema operativo si prenderà cura di convertire i valori esadecimali in valori decimali. Questo viene fatto in una subroutine localizzata alla linea 1000. Dopo la conversione, il risultato decimale è sistemato all'indirizzo specifico. L'indirizzo viene quindi incrementato di uno alla linea 290 e viene richiesto il prossimo input. Questo procedimento continuerà finché non sarà stato inserito l'intero programma.

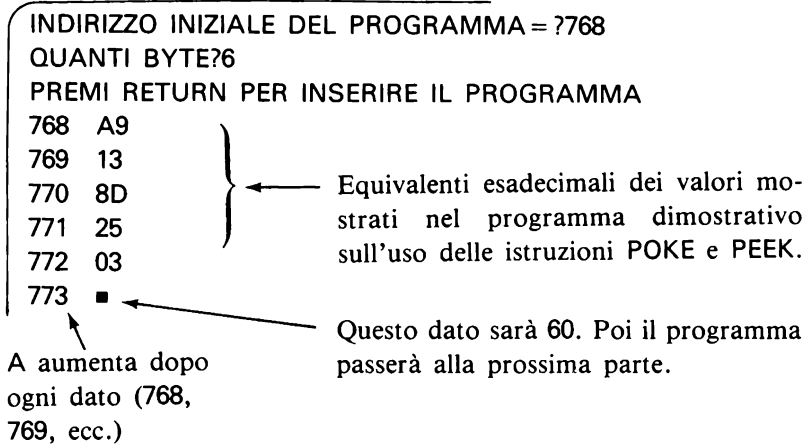
Indirizzo + 1 = Prossimo indirizzo

PARTE 2

```
200 REM *SI INTRODUCE IL PROGRAMMA IN ESA SI
    CONVERTE IN DECIMALE*
210 FOR E = 1 TO B
220 PRINT A; SPC(2);  ←—— Stampa dell'indirizzo
230 GET H$: PRINT H$; }
240 GET U$: PRINT U$  } ←— Dati esadecimali
250 IF ASC(H$)<48 OR ASC(H$)>70 OR (ASC(H$)>57 AND
    ASC(H$)<65) THEN PRINT "PRIMA CIFRA NON ESA – RI
    PROVA": GOTO 220
260 IF ASC(U$)<48 OR ASC(U$)>70 OR (ASC(U$)>57 AND
    ASC(U$)<65) THEN PRINT "SECONDA CIFRA NON ESA –
    RIPROVA": GOTO 220
270 GOSUB 1000   ←———— Converte in decimale
280 POKE A,D     ←———— Mette i dati in memoria
290 A = A+1      ←———— Prossimo indirizzo
300 NEXT E
```

Le linee 250 e 260 assicurano che gli input siano scritti in esadecimale. Esse *non* controllano che sia stata usata un'istruzione valida del linguaggio macchina. Questo sta a voi, come programmatori.

Esempio

Dopo che è stato inserito tutto, tranne l'ultima istruzione:

Terza

Ora dovremo stampare il programma, cosicché si possa controllare se ci sono errori. Per fare questo si scriverà una subroutine alla linea 2000. Per ora supporremo che sia stato fatto, ma torneremo su questo più avanti. Vogliamo anche che sia possibile modificare il programma nel caso vengano trovati degli errori. Il nostro programma dimostrativo è molto corto e può essere visualizzato per intero sullo schermo con la routine della parte 2. Perciò, questa parte vi può sembrare inutile. Tuttavia i vostri programmi saranno più lunghi in futuro, e qualcuno probabilmente non ci starà tutto sul video. La subroutine di stampa visualizzerà i programmi a blocchi di 20 linee, in modo che li possiate controllare.

Quando state usando questa parte, guardate l'intero programma e localizzate ogni cambiamento che volete fare. Le modifiche sono possibili *dopo* che tutto il programma è stato visualizzato dalla subroutine ed è stato eseguito un ritorno alla linea 420.

PARTE 3

```
400 REM *STAMPA DEL PROGRAMMA E CORREZIONI*
410 GOSUB 2000              ←— Stampa il programma
420 PRINT "SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO"
430 PRINT "ALTRIMENTI BATTI 99"
440 INPUT AD
450 IF AD = 99 GOTO 700  ←— Esegue il programma
460 PRINT AD;
```

```
470 PRINT " DATO=?";              ←— Riceve un dato corretto
480 GET H$: PRINT H$;
490 GET U$: PRINT U$
500 IF ASC (H$)<48 OR ASC(H$)>70 OR (ASC(H$)>57 AND
    ASC(H$)<65) THEN PRINT "PRIMA CIFRA NON ESA –
    RIPROVA": GOTO 460
510 IF ASC(U$)<48 OR ASC(U$)>70 OR (ASC(U$)>57 AND
    ASC(U$)<65) THEN PRINT "SECONDA CIFRA NON ESA –
    RIPROVA": GOTO 460
520 GOSUB 1000
530 POKE AD,D                      ←— Effettua una modifica
```

Se ci sono delle modifiche, dovrete scrivere l'indirizzo dove volete effettuare il cambiamento (linea 440). Quell'indirizzo verrà quindi stampato seguito dalla domanda DATO = ?. Allora si inserirà il dato corretto in forma esadecimale. Questo sarà convertito in forma decimale dalla subroutine alla linea 1000 e sistemato in memoria dalla linea 530.

Esempio

Non occorrono modifiche dopo la stampa del programma:

```
ECCO IL TUO PROGRAMMA

768  A9
769  13
770  8D
771  25
772  03
773  60
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE←Abbiamo premuto
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO   un tasto
ALTRIMENTI BATTI 99
?99                      ←————————————  Abbiamo scritto 99,
                                         nessuna modifica.
                                         Il programma verrà
                                         allora eseguito.
```

Se dopo la stampa del programma servono modifiche:

```
ECCO IL TUO PROGRAMMA

768  A0     <---------- Qui c'è un errore    Oh, Oh!
769  13
770  8D
771  25
772  03
773  60
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE <-- Abbiamo premuto un ta-
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO      sto dopo aver scoperto un
ALTRIMENTI BATTI 99                         errore
?768          <-------------- Abbiamo scritto l'indirizzo
768 DATO=?A9  <-------------- Poi il dato corretto
```

Per vedere cosa succede ora, dobbiamo aspettare la prossima parte.

Quarta

Può essere necessario più di un cambiamento. Così abbiamo previsto la possibilità di effettuare più modifiche. Questa parte viene eseguita soltanto nel caso in cui sia stata effettuata una correzione al programma.

PARTE 4

```
600 REM *ULTERIORI MODIFICHE*
610 INPUT "ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?"; C$
620 IF LEFT$(C$,1) = "S" THEN GOTO 420 <-- Se sì fa la modifica
630 GOSUB 2000          <------ Poi stampa ancora il programma
640 INPUT "ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?";C$
650 IF LEFT$(C$,1) = "S" THEN GOTO 420
```

La linea 610 chiede se ci sono altre modifiche. Se la risposta è NO, il programma viene ristampato affinché lo si possa esaminare ancora una volta. Vi è un'ultima possibilità di cambiarlo alla linea 640. Se la risposta è ancora NO, il programma passa alla fase esecutiva. Se la risposta è SI (o perlomeno inizia con una S, a causa delle istruzioni LEFT$ alle linee 620 e 650), il computer ritorna alla linea 420 per altre modifiche. Resterà in questo ciclo finché non si modificherà il programma come si desidera.

Supponiamo che durante l'inserimento del programma si siano commessi due errori.

Esempio

```
ECCO IL TUO PROGRAMMA

768  B9
769  13
770  8C              Vedete gli errori?
771  25
772  03
773  60
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE■
```

Avete trovato gli errori e volete correggerli. Premete un tasto qualsiasi.

```
              ECCO IL TUO PROGRAMMA
              768  B9
              769  13
              770  8C
              771  25
              772  03
              773  60
              PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE←Avete premuto
              SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO    un tasto
              ALTRIMENTI BATTI 99
prima         ?768         ←———————— Avete scritto l'indirizzo
modifica  →   768 DATO=?A9   ←—————— Poi il dato
              ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?SI← Avete risposto SI
              SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
              ALTRIMENTI BATTI 99
seconda       ?770         ←———————— Avete scritto l'indirizzo
modifica  →   770 DATO=?8D   ←—————— Poi il dato
              ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?NO← Avete scritto NO
```

Lo schermo viene cancellato e viene visualizzato il programma corretto.

Si va allora ad eseguire il programma nella prossima parte.

Questa parte esegue il programma in linguaggio macchina. Si ferma alla linea 710 per farvi prendere ancora una volta coraggio. Funzionerà correttamente o no? Premete un tasto e tutto è finito, veloce come un battito di ciglia. Ragazzi, questa è velocità!

PARTE 5

```
700 REM *ESEGUE IL PROGRAMMA IN LINGUAGGIO MACCHINA*
710 PRINT "PREMI UN TASTO QUALSIASI PER PARTIRE": GET A$
```

Il programma in linguaggio macchina viene chiamato alla linea 800. Notate lo spazio lasciato tra le linee 710 e 800. Qui, se volete, potete inserire altre istruzioni in Basic per dare degli input speciali ai vostri programmi in linguaggio macchina, cioè, POKE indirizzo, dato. Tra le linee 800 e 900 si possono inserire delle istruzioni in Basic per leggere i risultati dei programmi, cioè, PEEK (indirizzo).
Per esempio, il nostro programma dimostrativo prende il valore esadeci-

male 13 e lo mette nella locazione di memoria 0325 (sempre in esadecimale). Se il programma lavorasse correttamente, il valore decimale 19 (13 esadecimale) dovrebbe essere stato posto nella locazione il cui indirizzo è 0325 (linee 771 e 772 del programma in linguaggio macchina). Questo valore in forma decimale è 805 ($3 \times 16^2 + 2 \times 16 + 5$). Possiamo scoprire se è stato fatto effettivamente questo, scrivendo:

```
PRINT PEEK(805)
```

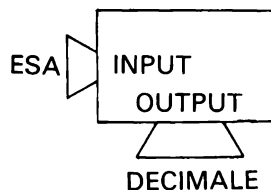
dopo che il programma in linguaggio macchina è stato eseguito.

Esempio

```
ECCO IL TUO PROGRAMMA

768  A9
769  13
770  8D
771  25
772  03
773  60
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?NO
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER PARTIRE

]PRINT PEEK (805)
19

]■
```


Come ultima cosa vengono le subroutine del sistema operativo. La prima converte i dati esadecimali in valori decimali per l'interprete Basic.

PARTE 6A

```
1000 REM *CONVERTE DA ESA A DECIMALE*
1010 M = ASC(H$): N = ASC(U$)
1020 IF M>57 THEN M = M-55: GOTO 1040
1030 M = M-48
1040 IF N>57 THEN N = N-55: GOTO 1060
```

```
1050 N = N−48
1060 D = 16*M+N
1070 RETURN
```

La linea 1020 controlla il codice ASCII della prima cifra esadecimale. Sarà uno dei valori mostrati nella tabella che segue, nella colonna codice ASCII. Le linee 1020 e 1030 convertono il valore esadecimale nel suo equivalente decimale.

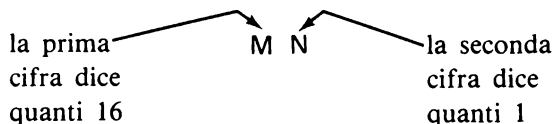
Esempi

1. Il valore esadecimale 8 ha 56 come codice ASCII. Perciò, M non è > 57 e viene eseguita la linea 1030. Il nuovo M vale 56−48 = 8 (l'equivalente decimale di 8).
2. Il valore esadecimale B ha codice ASCII 66. Quindi, M>57. Il nuovo M vale 55−55 = 11 (l'equivalente decimale di B).

Alle linee 1040 e 1050 viene seguito lo stesso procedimento per la seconda cifra. Ecco una tabella di conversione tra valori esadecimali, ASCII e decimali.

TABELLA DI CONVERSIONE

Cifra esadecimale	*Codice ASCII*	*Valore decimale*
0	48	0
1	49	1
2	50	2
3	51	3
4	52	4
5	53	5
6	54	6
7	55	7
8	56	8
9	57	9
A	65	10
B	66	11
C	67	12
D	68	13
E	69	14
F	70	15

Un numero esadecimale a due cifre ha i seguenti valori di posizione:

In forma esadecimale, M ed N possono essere una qualsiasi cifra da 0 a F. Le linee da 1020 a 1050 convertono queste cifre esadecimali (da 0 a F) nei loro equivalenti decimali (da 0 a 15).

M è il numero decimale di 16 (da 0 a 15)
N è il numero decimale di 1 (da 0 a 15)

Gli equivalenti decimali sono poi combinati in un numero decimale moltiplicando l'equivalente decimale di M per 16 e sommando l'equivalente decimale di N. Questa operazione viene effettuata alla liena 1060.

La subroutine di stampa visualizza fino a 20 linee alla volta del programma in linguaggio macchina. Il calcolatore aspetta che si esaminino queste linee e si prema un tasto prima di visualizzare le successive 20 linee di programma. Questa subroutine può essere richiamata dalle parti 3 o 4 del programma a seconda di dove sono state fatte le modifiche. Essa ritorna il controllo alla stessa parte dalla quale è stata richiamata.
La linea 2030 inizializza i contatori J ed I rispettivamene a 0 e 19, cosicché il ciclo FOR...NEXT compreso tra le linee 2200 e 2220 visualizzi sullo schermo 20 indirizzi e relativi dati.

PARTE 6B

```
2000 REM *SUBROUTINE PER VISUALIZZARE IL PROGRAMMA*
2010 HOME: PRINT "ECCO IL TUO PROGRAMMA"
2020 PRINT
2030 J = 0: I = 19
2040 ON INT((B-1)/20)+1 GOTO 2090, 2080, 2070, 2060, 2050
2050 GOSUB 2200
```

```
2060 GOSUB 2200
2070 GOSUB 2200
2080 GOSUB 2200
2090 I = B-1: GOSUB 2200
2100 RETURN

2200 REM
2210 FOR E = J TO I
2220 PRINT S+E; SPC(2);: GOSUB 3000
2230 NEXT E
2240 PRINT "PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE":
     GET A$
2250 J = I+1:I= I+20
2260 RETURN
```

La linea 2040 usa il numero di byte del programma per calcolare quanti blocchi di 20 linee devono essere visualizzati. Essa usa l'istruzione ON...GOTO per decidere il numero di volte che la subroutine di stampa sarà usata (alla linea 2200). La linea 2090 visualizza l'ultimo blocco di linee del programma. Questo blocco può non essere di 20 linee. Perciò, il limite superiore del ciclo FOR...NEXT viene cambiato in modo che siano stampate soltanto le righe rimanenti del programma. Lo schermo viene cancellato alla linea 2200 ogni volta che deve essere visualizzato un nuovo blocco di linee. Il programma si ferma alla linea 2240 cosicché si possano esaminare attentamente le linee per vedere se ci sono errori. Quando si preme un qualsiasi tasto, viene stampato il prossimo blocco di linee.

Per ultima c'è la subroutine che converte i dati da valori decimali ottenuti con PEEK (alla linea 3010) in valori esadecimali usati come dati.

PARTE 6C

```
3000 REM *CONVERTE IN ASCII E VISUALIZZA*
3010 Y = PEEK(S+E)
3020 H = INT(Y/16)
3030 U = Y-16*H
3040 IF H<10 THEN PRINT H;: GOTO 3060
3050 PRINT CHR$(H+55);
3060 IF U<10 THEN PRINT U:GOTO 3080
3070 PRINT CHR$(U+55)
3080 RETURN
```

La linea 3010 preleva il contenuto dell'indirizzo che verrà visualizzato. Le linee 3020 e 3030 separano il valore decimale nel numero di 16 (H) e

nel numero di 1 (U). Le linee da 3040 a 3070 convertono H e U nei loro equivalenti ASCII per la stampa.
Poiché useremo questo sistema operativo molto spesso nei prossimi capitoli, sarà meglio inserirlo nel computer e poi salvarlo su una cassetta o su un disco. Poi potrà essere letto velocemente quando necessario.

Fondamentalmente il sistema operativo permette di:
1. Inserire un programma in linguaggio macchina
2. Modificare le istruzioni e i dati
3. Eseguire il programma

Alcune istruzioni sull'uso del sistema operativo saranno date nei prossimi capitoli quando necessario.

IL SISTEMA OPERATIVO COMPLETO

Ecco il sistema operativo completo. Dovrete inserirlo nel vostro Apple. Quando l'avrete provato per essere sicuri che lavora correttamente, salvatelo su una cassetta o su un disco. Sarebbe troppo noioso doverlo riscrivere ogni volta che lo si deve usare.

```
100 REM *RICHIESTA DI INFORMAZIONI SUL PROGRAMMA*
110 HOME
120 INPUT "INDIRIZZO INIZIALE DEL PROGRAMMA=?";S
130 INPUT "QUANTI BYTE?"; B
140 INPUT "BATTI RETURN PER INSERIRE IL PROGRAMMA"; A$
150 A = S

200 REM *SI INTRODUCE IL PROGRAMMA IN ESA SI
    CONVERTE IN DECIMALE*
210 FOR E = 1 TO B
220 PRINT A; SPC(2);
230 GET H$: PRINT H$;
240 GET U$: PRINT U$
250 IF ASC(H$)<48 OR ASC(H$)>70 OR (ASC(H$)>57 AND
    ASC(H$)<65) THEN PRINT "PRIMA CIFRA NON ESA – RI
    PROVA": GOTO 220
260 IF ASC(U$)<48 OR ASC(U$)>70 OR (ASC(U$)>57 AND
    ASC(U$)<65) THEN PRINT "SECONDA CIFRA NON ESA –
    RIPROVA": GOTO 220
270 GOSUB 1000
280 POKE A,D
```

```
290 A = A+1
300 NEXT E

400 REM *STAMPA DEL PROGRAMMA E CORREZIONI*
410 GOSUB 2000
420 PRINT "SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO"
430 PRINT "ALTRIMENTI BATTI 99"
440 INPUT AD
450 IF AD = 99 GOTO 700
460 PRINT AD;
470 PRINT " DATO=?";
480 GET H$: PRINT H$;
490 GET U$: PRINT U$
500 IF ASC (H$)<48 OR ASC(H$)>70 OR (ASC(H$)>57 AND
    ASC(H$)<65) THEN PRINT "PRIMA CIFRA NON ESA —
    RIPROVA": GOTO 460
510 IF ASC(U$)<48 OR ASC(U$)>70 OR (ASC(U$)>57 AND
    ASC(U$)<65) THEN PRINT "SECONDA CIFRA NON ESA —
    RIPROVA": GOTO 460
520 GOSUB 1000
530 POKE AD,D

600 REM *ULTERIORI MODIFICHE*
610 INPUT "ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?"; C$
620 IF LEFT$(C$,1) = "S" THEN GOTO 420
630 GOSUB 2000
640 INPUT "ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?";C$
650 IF LEFT$(C$,1) = "S" THEN GOTO 420

700 REM *ESEGUE IL PROGRAMMA IN LINGUAGGIO MACCHINA*
710 PRINT "PREMI UN TASTO QUALSIASI PER PARTIRE": GET A$
.
.
.
800 CALL S
.
.
.
900 END

1000 REM *CONVERTE DA ESA A DECIMALE*
1010 M = ASC(H$): N = ASC(U$)
1020 IF M>57 THEN M = M−55: GOTO 1040
```

```
1030 M = M-48
1040 IF N>57 THEN N = N-55: GOTO 1060
1050 N = N-48
1060 D = 16*M+N
1070 RETURN

2000 REM *SUBROUTINE PER VISUALIZZARE IL PROGRAMMA*
2010 HOME: PRINT "ECCO IL TUO PROGRAMMA"
2020 PRINT
2030 J = 0: I = 19
2040 ON INT((B-1)/20)+1 GOTO 2090, 2080, 2070, 2060, 2050
2050 GOSUB 2200
2060 GOSUB 2200
2070 GOSUB 2200
2080 GOSUB 2200
2090 I = B-1: GOSUB 2200
2100 RETURN

2200 REM
2210 FOR E = J TO I
2220 PRINT S+E; SPC(2);: GOSUB 3000
2230 NEXT E
2240 PRINT "PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE":
     GET A$
2250 J = I+1:I = I+20
2260 RETURN

3000 REM *CONVERTE IN ASCII E VISUALIZZA*
3010 Y = PEEK(S+E)
3020 H = INT(Y/16)
3030 U = Y-16*H
3040 IF H<10 THEN PRINT H;: GOTO 3060
3050 PRINT CHR$(H+55);
3060 IF U<10 THEN PRINT U:GOTO 3080
3070 PRINT CHR$(U+55)
3080 RETURN
```

ESERCIZI

1. Il linguaggio Basic usa numeri ______________________
(esadecimali, binari, decimali)

2. Quando si usa l'istruzione:

   POKE indirizzo, dato

   sia l'indirizzo che il dato devono essere numeri ______________

   ____
   (esadecimali, binari, decimali)

3. Supponete di eseguire le seguenti quattro istruzioni in modo immediato. Scrivete che cosa sarà stampato sulla linea che segue l'istruzione PRINT PEEK.

   ```
   POKE 768, 169
   POKE 769, 19
   POKE 770, 141
   PRINT PEEK(769)
   ```

   ____

4. Spiegate la funzione dell'istruzione CALL. ______________

   ____

   ____

5. Quando state usando il sistema operativo in Basic, gli indirizzi per l'inserimento del programma in linguaggio macchina saranno stampati sul video usando numeri ______________
   (decimali, esadecimali, binari)

6. I dati e le istruzioni che inserite (con il sistema operativo) per il programma in linguaggio macchina devono essere forniti usando numeri

   ____
   (decimali, esadecimali, binari)

RISPOSTE AGLI ESERCIZI

1. Decimali
2. Decimali
3. 19
4. L'istruzione CALL causa l'esecuzione di una subroutine in linguaggio macchina. L'indirizzo d'inizio della subroutine deve essere dato. (Esempio: CALL 768 richiamerà una subroutine in linguaggio macchina che inizia alla locazione di memoria il cui indirizzo è 768).
5. Decimali
6. Esadecimali

CAPITOLO TRE

Formato dei codici d'istruzione

SOB

L'unità centrale di processo (CPU, *Central Processing Unit*) del computer Apple è stata costruita inizialmente dalla MOS Technology, Inc. Attualmente, altre due compagnie (Synertek e Rockwell) la costruiscono. Questa unità si chiama microprocessore 6502. È detta unità centrale di processo perché tutte le istruzioni ed i valori numerici vengono mandati qui per essere processati.

Il microprocessore 6502 (e quindi il computer Apple), come molti altri microprocessori, comprende soltanto istruzioni che sono codificate in blocchi di otto cifre binarie, chiamati byte. Perciò, il più grande ostacolo alla programmazione in linguaggio macchina è imparare a lavorare con informazioni in forma binaria.

| 0 1 1 1 1 1 0 1 | ←— Blocco di 8 "bit" o 1 "byte"

| 1 | ← Un bit

| 10 | ← Due bit (non molto importanti oggigiorno)

| 1101 | ← Quattro bit (talvolta detti un *nybble*)

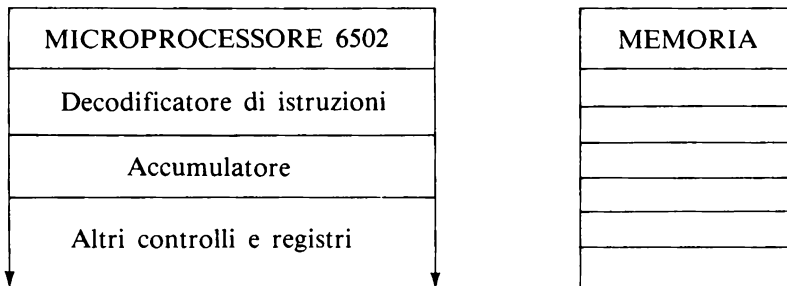
| 01111101 | ←Otto bit (comunemente chiamati un *byte*)

L'Apple usa parole lunghe otto bit; cioè, può comprendere parole la cui dimensione è un byte. Tutte le istruzioni ed i valori numerici devono essere spediti alla sua *unità centrale di processo* con questa grandezza. Una tipica istruzione, mostrata sotto, usata in un programma in linguaggio macchina avrebbe l'effetto di portare nell'*accumulatore* del computer il dato di un byte che segue l'istruzione.

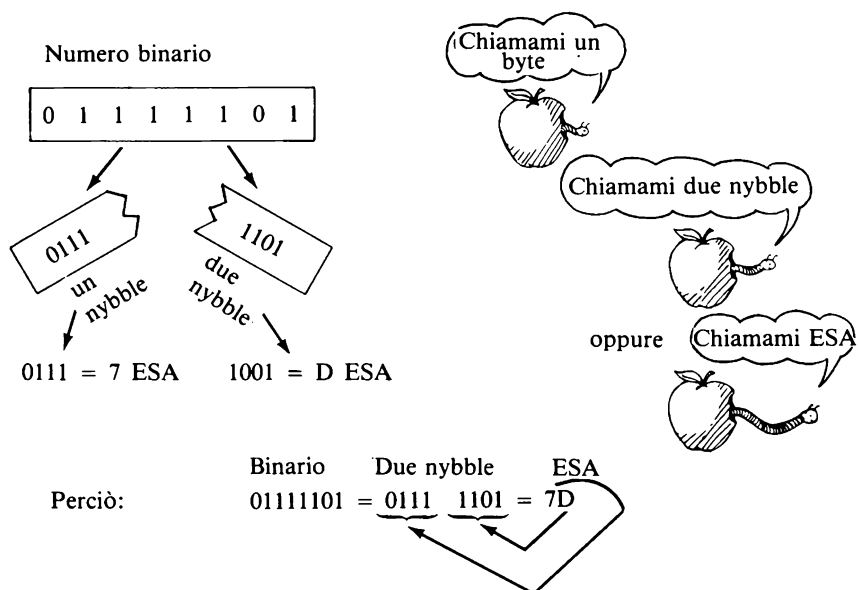
CARICA L'ACCUMULATORE IN MODO IMMEDIATO	
CODICE MNEMONICO (abbreviazione)	CODICE BINARIO
LDA	10101001

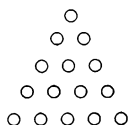
Non lasciatevi spaventare dalla terminologia dei computer. L'accumulatore è simile ad una locazione di memoria che è usata in modo speciale e che discuteremo più avanti. L'abbiamo introdotto qui soltanto per mostrare il formato di un'istruzione.
Il computer è composto di molte parti funzionali che introdurremo quando necessario per spiegare le operazioni che verranno svolte. L'unità centrale di processo dell'Apple è il microprocessore 6502. Il seguente schema mostra le "parti" con cui abbiamo attualmente a che fare.

MICROPROCESSORE 6502
Decodificatore di istruzioni
Accumulatore
Altri controlli e registri

MEMORIA

Il decodificatore di istruzioni del 6502 "legge" l'istruzione e la decodifica. La maggior parte delle istruzioni utilizzano l'accumulatore (saranno discusse più avanti, in questo capitolo) come un centro per il movimento e la manipolazione dei dati. La memoria ed il microprocessore 6502 sono separati.

SISTEMI NUMERICI

Vi rendete conto che l'inserimento di molte istruzioni in codice binario sarebbe noioso. Poiché ci sono soltanto due simboli (0 e 1), la rappresentazione binaria dei numeri è piuttosto lunga. Molti computer, compreso l'Apple, hanno la capacità di accettare una rappresentazione più complessa. Questa facilitazione è il sistema numerico esadecimale (a cui, a volte, ci riferiremo con ESA). Quattro cifre binarie possono essere rappresentate da una cifra esadecimale. Così, la nostra istruzione di 8 bit, può essere rappresentata da un numero esadecimale di 2 cifre spezzando il byte (8 bit) in due parti (*nybble*).

Il sistema numerico esadecimale ha 16 simboli (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B, C,D,E,F). La relazione tra valori decimali, binari ed esadecimali è mostrata nella seguente tabella.

Decimale	*Binario*	*ESA*
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Chiamami 15, 1111 oppure F, siamo sempre la stessa cosa.

Per dare significato alla tabella, diamo un'occhiata al sistema binario. Ogni posizione, nel sistema binario è una potenza di due, proprio come nel sistema decimale è una potenza di dieci. Due è la base del sistema binario e dieci è la base del sistema decimale. Se guardiamo i valori di posizione dei numeri binari da 0000 a 1111, possiamo comprendere meglio il loro significato.

Posizioni binarie				*Equivalente decimale*
2^3	2^2	2^1	2^0	
0	0	0	1	0+0+0+1 = 1
0	0	1	0	0+0+2+0 = 2
0	1	0	0	0+4+0+0 = 4
1	0	0	0	8+0+0+0 = 8

Usando delle combinazioni di questi valori di posizione, possiamo otte-

nere un qualsiasi valore decimale da 0 a 16 o un qualsiasi valore esadecimale da 0 a F.

Esempi

0101 = 2^2+2^0 = 4+1 = 5 decimale ed anche 5 ESA
1010 = 2^3+2^1 = 8+2 = 10 decimale che è A ESA
1100 = 2^3+2^2 = 8+4 = 12 decimale che è ESA
1101 = $2^3+2^2+2^0$ = 8+4+1 = 13 decimale che è D ESA

Vediamo ora più esattamente come è possibile esprimere un qualsiasi numero binario di 8 bit con due cifre esadecimali. Abbiamo visto prima che la più alta cifra esadecimale (F) corrisponde a 1111 binario. Il successivo valore binario è 10000. L'uno è nella posizione 2^4, che vale 16. Perciò, abbiamo un 16 e niente altro. Questo può essere espresso con il valore esadecimale 10, che significa un 16 e nessun 1. C'è una relazione diretta tra i quattro bit più alti di un numero binario a otto bit e la cifra nella posizione dei sedici in un numero esadecimale.

Posizioni binarie				*Valore ESA*
2^7	2^6	2^5	2^4	16^1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	1	0	0	4
1	0	0	0	8

2^4 = 16
2^5 = 2*16 = 32
2^6 = 4*16 = 64
2^7 = 8*16 = 128

Guardiamo ora i valori delle posizioni binarie del numero completo di 8 bit.

Posizione binaria									
2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	*Equivalente decimale*	*Equivalente ESA*
0	0	0	0	0	0	0	1	0+0+0+0+0+0+0+1 = 1	1
0	0	0	0	0	0	1	0	0+0+0+0+0+0+2+0 = 2	2
0	0	0	0	0	1	0	0	0+0+0+0+0+4+0+0 = 4	4
0	0	0	0	1	0	0	0	0+0+0+0+8+0+0+0 = 8	8
0	0	0	1	0	0	0	0	0+0+0+16+0+0+0+0 = 16	10
0	0	1	0	0	0	0	0	0+0+32+0+0+0+0+0 = 32	20
0	1	0	0	0	0	0	0	0+64+0+0+0+0+0+0 = 64	40
1	0	0	0	0	0	0	0	128+0+0+0+0+0+0+0 = 128	80

Usando combinazioni di tutti gli otto bit, si può ottenere un qualsiasi valore decimale da 0 a 255, oppure un qualsiasi valore esadecimale da 0 a FF. Se spezziamo un numero binario di 8 bit in due parti di 4 bit, ogni parte può essere rappresentata da una cifra esadecimale.

Esempi

	BINARIO	01111101	64+32+16+8+4+1 = 125 in decimale
→	BINARIO SEP.	0111 1101	
Spezzato	ESA	7 D	7*16+13 = 125 in decimale
(separato)			
in due	BINARIO	11000011	128+64+2+1 = 195 in decimale
parti	BINARIO SEP.	1100 0011	
	ESA	C 3	12*16+3 = 195 in decimale
	BINARIO	10101010	128+32+8+1 = 170 in decimale
	BINARIO SEP.	1010 1010	
	ESA	A A	10*16+10 = 170 in decimale

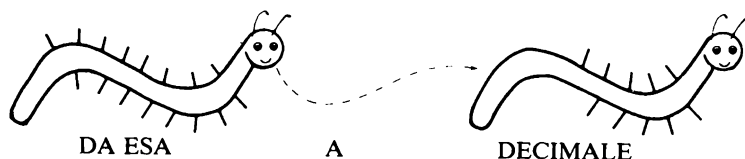
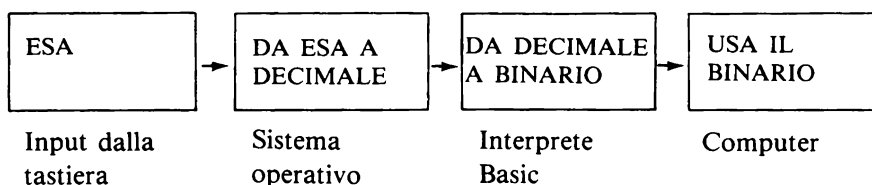
Molto spesso i manuali relativi al linguaggio macchina riportano i codici delle istruzioni sia in forma binaria che in forma esadecimale. Il nostro sistema operativo in Basic usa il formato esadecimale per l'inserimento delle istruzioni dei programmi in linguaggio macchina. Poiché il Basic non comprende i numeri esadecimali, il sistema operativo li converte in numeri decimali per il Basic e in numeri binari per il computer. Anche se il sistema operativo in Basic è stato discusso nel Cap. 2, riteniamo utile ripetere qui la parte riguardante l'inserimento dei dati.
Le istruzioni sono inserite alle linee 200-300 del sistema operativo come numeri esadecimali.

PARTE 2

```
200 REM *SI INTRODUCE IL PROGRAMMA IN ESA SI
    CONVERTE IN DECIMALE*
210 FOR E = 1 TO B
220 PRINT A; SPC(2);  <------Stampa dell'indirizzo
230 GET H$: PRINT H$;; }
                       } <---Seguono dati in ESA
240 GET U$: PRINT U$   }
250 IF ASC(H$)<48 OR ASC(H$)>70 OR (ASC(H$)>57 AND
    ASC(H$)<65) THEN PRINT "PRIMA CIFRA NON ESA — RI
    PROVA": GOTO 220
260 IF ASC(U$)<48 OR ASC(U$)>70 OR (ASC(U$)>57 AND
    ASC(U$)<65) THEN PRINT "SECONDA CIFRA NON ESA —
```

```
    RIPROVA": GOTO 220
270 GOSUB 1000          <------ Converte in decimale
280 POKE A,D            <------ Mette il dato in memoria
290 A = A+1             <------ Prossimo indirizzo
300 NEXT E
```

La conversione da esadecimale a decimale avviene in una subroutine alle linee 1000-1070. Poi l'interprete Basic cambia i numeri decimali negli equivalenti binari per il computer.

```
                    1000 REM *CONVERTE DA ESA A DECIMALE*
Codice ASCII  -->   1010 M = ASC(H$): N = ASC(U$)
in decimale       / 1020 IF M>57 THEN M = M-55: GOTO 1040
(M,N)             | 1030 M = M-48
Conversione  -->  { 1040 IF N>57 THEN N = N-55: GOTO 1060
                  | 1050 N = N-48
                  \ 1060 D = 16*M+N
                    1070 RETURN
```

SCHEMA A BLOCCHI DELL'INPUT

Il computer manipola i dati in blocchi di 8 bit, chiamati *byte*. Perciò, un dato di un byte è limitato dal valore binario 11111111 (FF esadecimale o 255 decimale). Tuttavia, combinando due byte, si possono trattare valori più grandi. Il computer usa questo metodo per accedere alle locazioni della sua memoria.

Quando viene usato un numero di due byte, ci si riferisce ad un byte come il byte meno significativo (BMS). L'altro è detto byte più significativo (BPS).

Esempio

BPS (byte più significativo) — BMS (byte meno significativo)

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
1	0	0	0	1	0	0	1

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
0	1	0	0	0	1	1	1

Non confondere i byte più e meno significativi con i bit più e meno significativi. Ogni byte ha un bps (bit più significativo) e un bms (bit meno significativo).

Per usare un numero di due byte, considerate il byte più significativo come un'estensione del byte meno significativo. Ai valori di posizione del byte meno significativo sono state assegnate le potenze di due da 0 a 7.

BMS

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
0	1	0	0	0	1	1	0

$= 63+4+2 = 70$ (decimale)

Ai valori di posizione del byte più significativo sono assegnate le successive potenze di due (da 8 a 15).

BPS

2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8
1	0	0	0	1	0	0	1

$= 32768+2048+256 =$ 35072 (decimale)

Il valore decimale risultante dall'unione dei byte (considerati come un unico numero) è:

2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0

In decimale: 32768 + 2048 + 256 + 64 + 4 + 2 = 35142

Diviso in parti di 4 bit:

1000 1001 0100 0111 ←— Questo valore binario è equivalente a questo

8 9 4 7 ←— valore ESA

ACCUMULATORE

L'accumulatore è un registro (un luogo per la memorizzazione, simile ad una locazione di memoria) in cui vengono posti dei dati. Viene usato come un'area di memorizzazione temporanea quando si muovono dei dati da una locazione di memoria ad un'altra. Nell'accumulatore avvengono anche le operazioni aritmetiche e logiche sui dati. Quindi è usato frequentemente, e molte delle istruzioni del 6502 lo riguardano. Ricordate, il computer Apple usa l'unità centrale di processo 6502. Le istruzioni sono fissate nel 6502; cioè, ogni istruzione ha un unico e non modificabile codice di linguaggio macchina.
Anche l'accumulatore contiene un byte di dati.

La necessità di valori a due byte risulta evidente quando si usa un'istru-

zione per acquisire un dato da una locazione di memoria. Se volete caricare un dato nell'accumulatore dalla memoria, potreste usare l'istruzione che segue.
Precedentemente è stata vista un'istruzione per mettere un numero nell'accumulatore. Essa mette nell'accumulatore il numero che segue immediatamente l'istruzione.

Esempio

Valore binario	Valore ESA	
10101001	A9	Carica l'accumulatore
00001101	13	col valore ESA 13

I due byte (ognuno dei quali occupa una locazione di memoria diversa) indicano:

Primo: l'istruzione carica l'accumulatore (A9)
Secondo: con il valore esadecimale 13

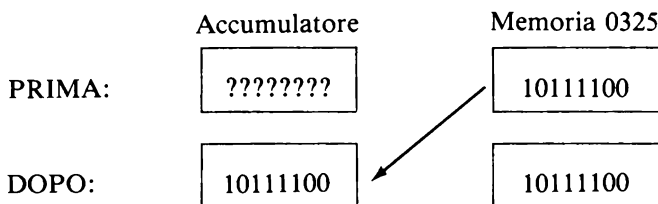
La prossima istruzione che introdurremo mostra un secondo modo di mettere un numero nell'accumulatore. Essa prende il numero da caricare da una specifica locazione di memoria. Anche se il codice mnemonico per questa istruzione è LDA (lo stesso di quello dell'istruzione menzionata all'inizio del capitolo), il valore esadecimale che la rappresenta è differente.
Quando state caricando l'accumulatore da una specifica locazione di memoria, l'istruzione LDA ha per codice esadecimale AD. Anche se questo per voi non significa niente, essa è un'istruzione dell'Apple. La locazione di memoria è specificata dopo l'istruzione. Notate che i *due* byte necessari per specificare l'indirizzo della locazione sono dati in ordine *inverso*. Questo può sembrare ridicolo, ma per il computer è completamente logico. Il byte meno significativo viene posto nell'indirizzo di memoria pù basso, e il byte più significativo è memorizzato nell'indirizzo più alto.

Indirizzo di memoria	*Valore ESA*	*Codice mnemonico*	*Operando*	*Commenti*
768 769 770	AD 25 03	LDA	0325	Carica l'accumulatore dalla locazione di memoria 0325 (ESA)

Istruzione — Ordine inverso per l'indirizzo

Questo è un esempio di istruzione a tre byte.

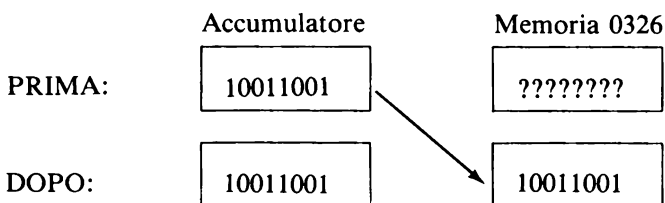
1. L'istruzione è data nel primo byte.
2. Il BMS della memoria compare nel successivo byte.
3. Il BPS della memoria è nell'ultimo byte.

Quando il computer eseguirà questa istruzione, il contenuto della locazione 0325 verrà copiato nell'accumulatore. Si avrà questo cambiamento:

Il valore nella locazione di memoria rimane immutato ed è copiato nell'accumulatore. Sul valore contenuto nell'accumulatore si possono eseguire delle operazioni. Se lo si desidera, il risultato può poi essere trasferito in un'altra locazione. La cosa importante da ricordare è che la maggior parte delle operazioni del calcolatore avvengono nell'accumulatore. Perciò, molte delle istruzioni del 6502 riguardano questo utile registro.

Il dato nell'accumulatore può essere copiato in qualche locazione di memoria con un'istruzione di memorizzazione, come ad esempio:

	Valore ESA	*Codice mnemonico*	*Operando*	*Commenti*
Istruzione →	8D	STA	0326	Memorizza il valore contenuto nell'accumulatore nella locazione 0326 ESA
Locazione di memoria {	26			
	03			

Questa è un'altra istruzione a tre byte. In generale, la maggior parte delle istruzioni che si riferiscono ad una locazione di memoria richiedono tre byte. Troveremo delle eccezioni più avanti.

Quando il computer esegue questa istruzione, il dato nell'accumulatore viene copiato in una specifica locazione di memoria. Si ha questo cambiamento:

Il contenuto dell'accumulatore rimane invariato, ma il suo contenuto viene copiato (scritto) anche nella locazione 0326. Vedete che, con istruzioni come LDA e STA, l'accumulatore sta diventando un luogo molto attivo. Sarà anche importante tener conto delle locazioni di memoria usate per le varie operazioni. Ogniqualvolta un dato viene memorizzato in una locazione, il dato contenuto prima viene perso.

Esempio
Supponiamo che la situazione sia questa:

Memoria	Contenuto
0325	19
0326	24
0327	00

Viene poi eseguito questo programma in linguaggio macchina:

768 AD Carica l'accumulatore dalla locazione di memoria 0325
769 25
770 03

[19] ora nell'accumulatore

771 8D Memorizza l'accumulatore nella locazione di memoria 0327
772 27
773 03

Locazioni di memoria ora
0325 19
0326 24
0327 [19] ←Questo è stato cambiato

774 AD Carica l'accumulatore dalla locazione di memoria 0326.
775 26
776 03

[24] ora nell'accumulatore

777 8D Memorizza l'accumulatore nella locazione di memoria 0327
778 27
779 03

Locazioni di memoria ora
0325 19
0326 24
0327 [24]

Queste istruzioni in linguaggio macchina lavorano in modo simile alle due istruzioni del Basic consecutive:

200 LET A = 19
210 LET A = 24

Il programma è in queste locazioni di memoria

Dati e istruzioni

ISTRUZIONI DI MEMORIA

I programmi devono essere messi in memoria prima di poter essere eseguiti. Anche i vostri programmi in Basic occupano spazio in memoria. L'interprete del Basic si occupa per voi dell'assegnazione della memoria al programma in Basic, e voi non conoscete l'esatta posizione delle istruzioni. Tuttavia, dovete assegnare le locazioni di memoria ai vostri programmi in linguaggio macchina. Ad ogni byte di istruzione e ad ogni byte di dati va assegnata una locazione specifica. Ogni byte occupa una locazione di memoria.

Esempio

	Locazione di memoria	*Byte di dati o di istruzione*	*Commenti*
*	0300	AD	Carica l'accumulatore dalla
*	0301	25	locazione di memoria
*	0302	03	0325
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
	0325	2B	Dati da caricare

Alcune istruzioni hanno più forme. Questa istruzione di caricamento differisce da quella usata in "Uso della memoria" nel Cap. 2, in quanto un certo valore viene caricato da una locazione di memoria piuttosto che dal byte che segue l'istruzione.
Per i nostri programmi in linguaggio macchina useremo le locazioni da 0300 a 03FF (esadecimale). Questa area della memoria non è usata dal sistema operativo dell'Apple, né dall'interprete Basic. Perciò è libera per i nostri programmi.
Useremo il nostro sistema operativo per mettere in questa area di memoria istruzioni in linguaggio macchina e dati.

*Notate ancora che la locazione di memoria 0325 viene inserita nel programma con il BMS prima ed il BPS poi. Questo può sembrare strano, ma per il calcolatore è del tutto normale. Il byte più significativo (BPS) è ora memorizzato in una locazione più alta del byte meno significativo (BMS).

USO DEL SISTEMA OPERATIVO

Per dimostrare l'uso del sistema operativo dobbiamo prima decidere che programma in linguaggio macchina vogliamo eseguire. Il vostro primo sforzo sarà un programma molto corto che pone un dato nell'accumulatore e poi lo mette in una locazione di memoria.
Questo programma fa la stessa cosa dell'istruzione del Basic:

LET A = 19 ← Questo memorizza 19 nella locazione chiamata A

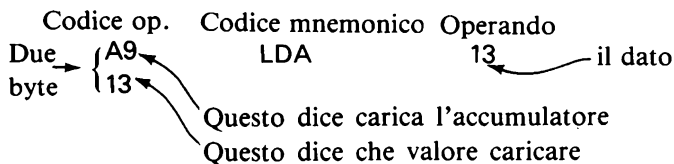
L'istruzione LET non fa altro che memorizzare il valore 19 in una locazione assegnata dall'interprete Basic. L'equivalente in linguaggio macchina richiede due istruzioni:

LDA (carica l'accumulatore con il dato)
STA (mette il contenuto dell'accumulatore in memoria)

1 Prima carichiamo l'accumulatore con il dato.
L'istruzione del 6502 per caricare l'accumulatore con un dato che segue immediatamente è costituita da due byte.

A9 ← Primo byte
XX ← Secondo byte

A9 è il codice di linguaggio macchina che dice al computer di caricare il dato che segue nell'accumulatore. XX è il valore esadecimale a due cifre che deve essere caricato.
Il codice mnemonico per l'istruzione e l'operando sono solitamente aggiunti per dare un significato alle istruzioni codificate. L'istruzione vera e propria è chiamata codice operativo (in breve codice op.).

Esempio

Il codice mnemonico è soltanto un'abbreviazione per l'istruzione. L'operando è il dato o un altro valore usato. Il codice operativo è il

codice esadecimale dell'istruzione da eseguire o del dato da usare. In questo caso è l'istruzione "carica l'accumulatore" con dato immediato.
Una lista delle istruzioni di linguaggio macchina usate in questo libro è data nell'Appendice A. Una lista completa delle istruzioni del 6502 è data nell'Appendice D.
L'istruzione che stiamo considerando consiste di due byte:

A9	(l'istruzione)
XX	(il valore ESA da caricare)

Nella nostra dimostrazione, caricheremo il valore 19 (13 in esadecimale). Perciò i due byte dell'istruzione saranno:

A9
13

Nei differenti sistemi numerici che abbiamo discusso:

Binario	Binario separato	ESA
10101001	1010 1001	A9
00010011	0001 0011	13

↑ Questi valori sono inseriti usando il sistema operativo in Basic.

2 Poi memorizzeremo il dato nella locazione di memoria il cui indirizzo è 0325 (esadecimale).
L'istruzione del 6502 necessaria per fare questo è:

MEMORIZZAZIONE DELL'ACCUMULATORE ASSOLUTA

Questa istruzione richiede tre byte:

8D	(L'istruzione)
25	(Il byte della memoria meno significativo)
03	(Il byte della memoria più significativo)

8D
25
03

} L'istruzione è posta in tre locazioni di memoria successive

3 Ritorneremo quindi dal programma in linguaggio macchina al sistema operativo.
L'istruzione del 6502 usata è:

RITORNO DALLA SUBROUTINE

Questa è un'istruzione di un byte.

60 (L'istruzione)

Ha la stessa funzione dell'istruzione del Basic:

RETURN

Abbiamo notato sulla mappa della memoria dell'Apple (Cap. 2) che le locazioni di memoria 768-1023 (decimale) sono libere per programmi in linguaggio macchina. Questa parte della mappa è qui riportata come riferimento.

Indirizzo decimale	*Equivalente ESA*
768	0300
769	0301
770	0302
771	0303
772	0304
.	.
.	.
.	.
1022	03FE
1023	03FF

Il nostro primo programma inizierà alla locazione di memoria 0300 esadecimale. Dobbiamo dare al nostro sistema operativo questa locazione come valore decimale. Gli indirizzi vengono inseriti nel computer usando numeri decimali che il Basic comprende. Ma le istruzioni e i dati devono essere forniti come numeri esadecimali, che il computer userà nella loro forma binaria.

16^3	16^2	16^1	16^0
0	3	0	0

$= 3 \times 16^2 = 3 \times 256 = 768$ decimale

Questo è l'indirizzo dove sarà inserita la prima istruzione del programma. Dobbiamo anche dare al sistema operativo i codici operativi di ogni indirizzo.

Indirizzo	*Codice op.*	*Commenti*
768	A9	LDA con
769	13	dato
770	8D	STA
771	25	Memoria (BMS)
772	03	Memoria (BPS)
773	60	RTS

Notate: Il programma ha 6 byte (questo deve essere detto al sistema operativo).

Ecco una descrizione passo per passo di come usare il sistema operativo per inserire ed eseguire questo programma.

1 Inserite il sistema operativo (vedere Cap. 2). Questo può essere fatto da tastiera, oppure da cassetta o disco se avete precedentemente salvato il programma.
2 Scrivete: RUN (e premete RETURN)

```
INDIRIZZO INIZIALE DEL PROGRAMMA=? ■
```

3 Scrivete: 768 (e premete RETURN)

```
INDIRIZZO INIZIALE DEL PROGRAMMA=?768
QUANTI BYTE? ■
```

4 Scrivete: 6 (e premete RETURN)

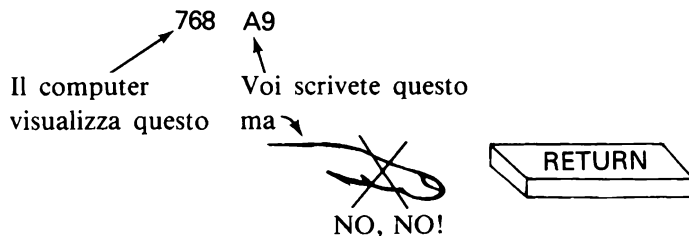
```
INDIRIZZO INIZIALE DEL PROGRAMMA = ?768
QUANTI BYTE?6
BATTI RETURN PER INSERIRE IL PROGRAMMA■
```

5 Premete il tasto RETURN

Ora inserite il programma. Non occorre che premiate RETURN dopo ogni dato. Il computer stamperà automaticamente l'indirizzo successivo. Se fate un errore, passate pure al prossimo dato. Potrete correggere qualsiasi errore quando il programma sarà stato inserito completamente.

6 Scrivete: A

7 Scrivete: 9

Poiché non dovete premere RETURN dopo ogni tasto, d'ora in poi includeremo entrambi i tasti per ogni indirizzo in ogni passo.

L'istruzione GET non richiede che si prema RETURN. Se lo fate, l'istruzione GET lo interpreterà come uno dei vostri caratteri ed il sistema operativo lo visualizzerà:

```
768
PRIMA CIFRA NON ESA — RIPROVA
768 ■
```

Ritornando al programma,

8 Scrivete: 13

```
INDIRIZZO INZIALE DEL PROGRAMMA =?768
QUANTI BYTE?6
BATTI RETURN PER INSERIRE IL PROGRMMA
768  A9
769  13
770  ■
```

9 Scrivete: 8D

```
INDIRIZZO INIZIALE DEL PROGRAMMA =?768
QUANTI BYTE?6
BATTI RETURN PER INSERIRE IL PROGRAMMA
768  A9
769  13
770  8D
771  ■
```

10 Scrivete: 25

```
QUANTI BYTE?6
INDIRIZZO INIZIALE DEL PROGRAMMA=?768
BATTI RETURN PER INSERIRE IL PROGRAMMA
768  A9
769  13
770  8D
771  25
772  ■
```

11 Scrivete: 03

```
INDIRIZZO INIZIALE DEL PROGRAMMA=?768
QUANTI BYTE?6
BATTI RETURN PER INSERIRE IL PROGRAMMA
768  A9
769  13
770  8D
771  25
772  03
773  ■
```

12 Scrivete: 60

```
ECCO IL TUO PROGRAMMA
768  A9
769  13
770  8D
771  25
772  03
773  60
SE CI SONO MODIFICHE BATTI l'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?■
```

Prima di proseguire, confrontiamo questo programma in linguaggio macchina con il suo equivalente in Basic. Queste sei istruzioni in linguaggio macchina hanno una funzione molto simile alle due istruzioni del Basic:

Il programma in linguaggio macchina carica l'accumulatore con il numero esadecimale 13 (19 decimale). Poi lo memorizza in una locazione di memoria. L'istruzione del Basic LET A = 19 fa la stessa cosa. Essa mette il valore chiamato con la lettera A in memoria. L'istruzione dellinguaggio macchina RTS (*ReTurn from Subroutine*, ritorno dalla subroutine) esegue la stessa funzione dell'istruzione RETURN del Basic.
Studiate il programma per essere sicuri che tutti i dati siano corretti. Se avete fatto un errore, scrivete l'indirizzo corrispondente. Il calcolatore allora visualizzerà:

```
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?771 DATO = ?
```

Supponiamo: errore all'indirizzo 771

Scrivete poi il dato corretto (due cifre).

```
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?771 DATO = ?25
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?
```

← Dato corretto inserito

Poi battete SI o NO. Se avete scritto SI, il computer chiederà ancora l'indirizzo e il dato. Il procedimento sarà ripetuto finché non darete una risposta negativa (nessun'altra modifica). Il calcolatore allora stamperà il programma modificato e chiederà se ci sono altre modifiche. Se quest'ultima risposta è negativa, il computer visualizzerà:

```
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER PARTIRE■
```

Premete un tasto qualsiasi ed il programma verrà eseguito. Vedrete immediatamente il prompt ed il cursore lampeggiante. Però, questo linguaggio macchina è veloce!

```
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER PARTIRE
]■
```

Ma il programma in linguaggio macchina è stato realmente eseguito? Come possiamo verificarlo? Il Basic ha un'istruzione chiamata PEEK che permette di vedere che cosa c'è in una specifica locazione di memoria. Se si usa:

PRINT PEEK (805) ← 325 ESA (la locazione dove il programma ha memorizzato il valore 19)

verrà stampato il valore memorizzato nella locazione di memoria 805 (decimale).

Poiché si voleva che il programma mettesse il numero esadecimale 13 (19 decimale) nella locazione di memoria 0325 esadecimale, possiamo usare l'istruzione PEEK per vedere che cosa c'è in questa locazione.

0325 ESA = $(3 \times 256) + (2 \times 16) + (5 \times 1) = 768 + 32 + 5 = 805$ decimale

Scrivete: PRINT PEEK(805) e premete RETURN

Presto! Eccolo!

Potete aggiungere una linea al sistema operativo tra le linee 800 e 900 per stampare il valore in memoria usando l'istruzione PEEK.

```
810 PRINT PEEK(805)
```

Questa parte del sistema operativo (linee 800-900) può essere modificata per adattarsi allo specifico programma da eseguire. Aggiungete la linea 810 al sistema operativo per il nostro prossimo programma.

Il primo programma caricava un dato nell'accumulatore e poi lo metteva in memoria. Praticamente, tutti i programmi usano questo tipo di operazione per spostare i dati da un posto all'altro all'interno del computer. L'accumulatore viene usato anche per eseguire delle operazioni sui numeri. Una di queste operazioni sposta i bit dell'accumulatore di un posto verso sinistra. L'abbreviazione di questa operazione è ASL (*Arithmetic Shift Left*, spostamento aritmetico a sinistra). Il suo codice operativo è 0A.

Esempio

Potete vedere che un'istruzione ASL è un modo di moltiplicare un numero per due, poiché il valore di ogni bit è raddoppiato.
Ora potete caricare un numero nell'accumulatore e spostare ogni bit di un posto a sinistra (moltiplicarlo per due) e poi memorizzare il risultato in una locazione di memoria. L'istruzione PEEK, che avete aggiunto alla linea 810 nel programma del sistema operativo, stamperà il risultato messo in memoria.
Usate il sistema operativo per inserire questo programma. Quando tutti i 7 byte saranno stati inseriti, lo schermo mostrerà:

```
ECCO IL TUO PROGRAMMA

768  A9     ←— Carica l'accumulatore con il valore
769  13          ESA 13 (19 decimale)
770  0A     ←— Sposta i bit a sinistra di 1 posto
771  8D     ←— Mette il risultato in memoria (0325)
772  25
773  03
774  60     ←— Ritorno al sistema operativo
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?■
```

Quando inserite 99, il programma mostrerà immediatamente il valore che è stato memorizzato nella locazione 0325 esadecimale (805 decimale). Ricordate che il valore sarà visualizzato come un numero decimale. Questo numero sarà 38. Ecco come apparirà lo schermo quando il programma sarà stato eseguito:

```
ECCO IL TUO PROGRAMMA

768  A9
769  13  <------- (13 ESA = 19 decimale)
770  0A
771  8D
772  25
773  03
774  60
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?99
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER PARTIRE
38 <-------------- La risposta è data in forma decimale
                   dall'istruzione del Basic:
]■                 PRINT PEEK(805)
```

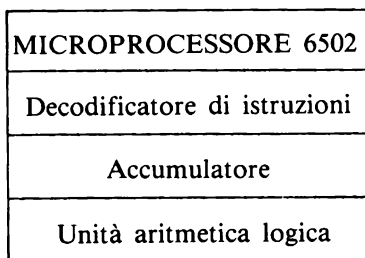
Poiché il valore nell'accumulatore viene raddoppiato ogni volta che viene eseguita l'istruzione ASL, potete immaginare che cosa succederebbe se la eseguissimo due volte. Il valore sarebbe raddoppiato e poi ancora raddoppiato (cioè moltiplicato per quattro). Verificatelo aggiungendo una seconda istruzione ASL al programma sopra. Dopo aver inserito il programma modificato ed averlo eseguito, il video apparirà così (il programma ora è lungo 8 byte).

```
ECCO IL TUO PROGRAMMA

768  A9
769  13
770  0A }
771  0A } <---- Due istruzioni ASL
772  8D
773  25
774  03
775  60
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?99
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER PARTIRE
76 <------------------(19 per 4 = 76)
]■
```

Ecco che cosa è successo:

```
        00010011   ←— Valore inziale nell'accumulatore
    ASL eseguita:
        00100110   ←— Spostato a sinistra una volta
    ASL eseguita ancora:
        01001100   ←— Spostato a sinistra due volte che è 4 per 19
         ↑  ↑ ↖
Risultato: 64+8+4 = 76
```

Discuteremo dettagliatamente le capacità aritmetiche più avanti. Ricordate che l'accumulatore può contenere solo otto bit di dati. Anche le locazioni di memoria contengono otto bit. Se spostiamo a sinistra troppe volte, il numero verrà fatto uscire dall'accumulatore. Dobbiamo trovare nuove tecniche per poter trattare anche numeri grandi. Le funzioni aritmetiche e logiche sono eseguite dall'unità logica aritmetica del microprocessore 6502.

MICROPROCESSORE 6502
Decodificatore di istruzioni
Accumulatore
Unità aritmetica logica

Avete scoperto che è possibile caricare dei numeri nel computer, cambiare i valori inseriti, spostare i valori all'interno del computer e stampare i risultati. Nel prossimo capitolo scoprirete qualcosa di più affascinante. Vedrete come visualizzare grafici sullo schermo.

SOMMARIO

Siete partiti molto bene. In questo capitolo, avete imparato:

1. Che il computer comprende solo istruzioni e dati binari.
2. Come convertire valori decimali, binari ed esadecimali tra di loro.
3. Che le locazioni di memoria contengono dati di un byte, cioè otto bit.
4. Che l'accumulatore (uno speciale registro simile ad una locazione di memoria) è usato per effettuare la maggior parte delle operazioni del computer.

5. Ad usare istruzioni del linguaggio macchina:

   a. LDA (*LoaD Accumulator*, carica l'accumulatore) usato per caricare l'accumulatore con un valore immediato. Il suo codice op. (A9) è seguito da un byte di dati che viene caricato nell'accumulatore.

   Esempio: A9 ← Codice op.
   13 ← Dato da usare

   b. STA (*STore Accumulator*, memorizza l'accumulatore) usata per memorizzare il valore dell'accumulatore in una locazione di memoria assoluta. Il suo codice op. (8D) è seguito da un indirizzo di due byte.

   Esempio 8D ← Codice op.
   25 ← byte meno significativo dell'indirizzo
   03 ← byte più significativo dell'indirizzo

   c. RTS (*ReTurn from Subroutine*, ritorno dalla subroutine) usata per causare un ritorno da un programma in linguaggio macchina (o da una subroutine).

   Esempio 60 ← Codice op.

   d. ASL (*Arithmetic Shift Left*, spostamento aritmetico a sinistra) usata per spostare ogni bit dell'accumulatore di un posto a sinistra. Raddoppia il valore nell'accumulatore.

   Esempio 0A ← Codice op.

6. A mettere tutte queste istruzioni in un programma in linguaggio macchina, inserito e controllato dal sistema operativo in Basic.

Anche se avete visto soltanto poche istruzioni del linguaggio macchina, siete stati in grado di capire ed usare un programma in questo linguaggio.
Buona parte delle istruzioni che userete hanno parecchie forme (o modi). Essi sono listati nell'Appendice A.
Quelli usati più di frequente sono: immediato, assoluto, implicito e pagina zero.
Voi avete usato LDA nel modo immediato. In questa forma, il dato da usare segue *immediatamente* il codice op.
Avete anche utilizzato l'istruzione STA nel modo assoluto. In questo modo, l'indirizzo completo (o *assoluto*) segue il codice op. dell'istruzione. Questo indirizzo viene dato con il byte meno significativo prima, se-

guito dal byte più significativo. Il modo implicito è stato usato per l'istruzione RTS. La sua funzione è *implicita* dell'istruzione. Perciò, non servono né l'indirizzo né il dato.
Queste forme vi diventeranno più familiari utilizzandole nei prossimi capitoli.

ESERCIZI

1. Il Basic usa numeri ____________ (decimali, binari), ma il computer comprende solo numeri ____________ (decimali, binari).

2. Quante cifre binarie rappresenta una cifra esadecimale? ________

3. Date gli equivalenti esadecimali e decimali di questi numeri binari.

Binario	ESA	Decimale
1001	______	______
1101	______	______
01010111	______	______

4. I dati vengono copiati nell'accumulatore dalla memoria con un'istruzione di ____________ (caricamento, memorizzazione)

5. I dati vengono copiati nella memoria dall'accumulatore con un'istruzione di ____________ (caricamento, memorizzazione)

6. Spiegate che cosa causerebbe l'esecuzione delle seguenti istruzioni.

Indirizzo	Codice op.	Commenti
771	8D	STA
772	40	memoria
773	03	

____

____

7. Il sistema operativo in Basic visualizza valori ____________ (decimali, esadecimali) per gli indirizzi del programma e valori ____________ (decimali, esadecimali) per i codici op. e i dati.

8. Scrivete il risultato che sarebbe posto nella locazione 0333 da questo programma.

```
768  A9   LDA  2C
769  2C
770  0ASL
```

```
771  BD  STA 0333
772  33
773  03
774  60  RTS
```

__________ esa (in memoria) __________ equivalente decimale

9. Dite che cosa farebbero, se eseguite, le seguenti istruzioni.
   a. A9 LDA 15
      15

      ____

      ____

   b. 8D STA 0310
      10
      03

      ____

      ____

   c. 0A ASL

      ____

      ____

   d. 60 RTS

      ____

      ____

RISPOSTE AGLI ESERCIZI

1. Decimali; binari.
2. 4
3.

Binario	ESA	Decimale
1001	9	9
1101	D	13
01010111	57	87

4. Caricamento.
5. Memorizzazione.
6. Memorizza il valore contenuto nell'accumulatore nella locazione di memoria 0340.
7. Decimali, esadecimali.
8. 58 esadecimale (in memoria); equivalente decimale 88
   (0010 1100 spostato a sinistra = 0101 1000 = 58 ESA
   58 ESA = $5 \times 16 + 8$ = 88 decimale)
9. a. LDA 15 carica l'accumulatore con il valore 15 (esadecimale).
   b. STA 0310 memorizza il contenuto dell'accumulatore nella locazione di memoria 0310.
   c. ASL sposta ogni bit dell'accumulatore di un posto a sinistra.
   d. RTS causa un ritorno dalla subroutine dove è usato.

CAPITOLO QUATTRO

Semplice grafica

SOB

Nel Cap. 3 avete visto come caricare un numero nell'accumulatore, eseguire un'operazione su di esso (spostare i bit a sinistra) e metterlo in memoria. In questo capitolo, imparerete a disegnare punti e linee sullo schermo. Userete alcune delle capacità interne del monitor di linguaggio macchina dell'Apple. Sarete aiutati da alcune subroutine che sono memorizzate permanentemente su ROM (*Read Only Memory*, memoria a sola lettura). Questo vi risparmierà parecchio lavoro, poiché queste routine saranno usate spessissimo nei prossimi programmi.

Senza dubbio, avrete usato molte volte delle subroutine in Basic. Una subroutine in linguaggio macchina lavora nello stesso modo, ma le istruzioni naturalmente sono differenti. In Basic, si usa GOSUB 2000 per dire al computer di andare alla subroutine che inizia alla linea 2000. Poi l'ultima linea della subroutine Basic fa ritornare il computer al programma principale.

In linguaggio macchina, l'istruzione da usare è:

JSR XXXX

Il codice operativo di linguaggio macchina per JSR è 20. Esempio di come si usa JSR in un programma:

```
779 20 ←—JSR F800      Salta alla subroutine
780 00 ←—/               alla locazione di
781 F8                   memoria F800 (ESA)
```

L'ultima istruzione usata nella subroutine deve essere un ritorno al programma principale. In linguaggio macchina, questa sarà:

```
RTS                    Ritorno dalla subroutine
```

Se state usando una delle subroutine interne dell'Apple, non dovete preoccuparvi dell'istruzione RTS, perché c'è già.

DISEGNO DI UN PUNTO SUL VIDEO

Nel nostro programma per disegnare un punto, il primo passo nell'imparare ad usare i grafici, useremo tre subroutine. Se avete usato il Basic Applesoft, sapete che per fare questo sono necessari parecchi passi di programma. Nel progettare il nostro programma in linguaggio macchina, sappiamo di dovere:

	Istruzioni Basic equivalenti
1. Cancellare lo schermo	HOME
2. Attivare il modo grafico	GR
3. Scegliere il colore da usare	COLOR = 15
4. Scegliere la posizione del video dove disegnare il punto	C = 5 R = 32
5. Disegnare il punto	PLOT C,R
6. Ritornare al sistema operativo in Basic	RETURN

Ecco un semplice programma per disegnare un punto. Ogni funzione del programma è presentata in un blocco in accordo con quanto scritto sopra. Il computer stampa la prima colonna. Voi dovete scrivere la seconda.

```
1. COMMENTO **CANCELLA IL VIDEO**
   768 20 ←JSR FC58      Salta alla subroutine
   769 58 ←—/            a FC58. Una subrou-
   770 FC                tine interna.
```

```
2. COMMENTO **ABILITA IL MODO GRAFICO**
    771 20  ←JSR FB40                 Salta alla subroutine
    772 40  ←                         a FB40. Un'altra su-
    773 FB                            broutine interna.
3. COMMENTO **SCEGLIE IL COLORE**     Carica l'accumulatore
    774 A9  ←LDA FF                   con il valore del colo-
    775 FF  ←                         re 15 o F in ESA (en-
                                      trambi i byte).
    776 85  ←STA 0030                 Memorizzalo alla lo-
    777 30  ←                         cazione 0030.
4. COMMENTO **POSIZIONE DELLO SCHERMO**
    778 A0  ←LDY 05                   Carica il registro Y
    779 05  ←                         con il numero di co-
                                      lonna, 5.
    780 A9  ←LDA 20                   Carica l'accumulatore
    781 20  ←                         con la riga, 32 (20
                                      ESA).
5. COMMENTO **DISEGNA IL PUNTO**      Salta alla subroutine
    782 20  ←JSR F800                 a F800. Un'altra su-
    783 00  ←                         broutine interna.
    784 F8
6. COMMENTO **RITORNA AL BASIC**      Ritorna al sistema
    785 60  ←RTS                      operativo in Basic.
```

Si noti l'istruzione di memorizzazione (85 esadecimale) alla locazione di memoria 776. Ordinariamente, un caricamento da, o una memorizzazione in una locazione richiede due byte addizionali per dare l'indirizzo di memoria completo. L'unità centrale di processo del 6502 riconosce il codice 85 come un'istruzione speciale che fornisce soltanto il byte meno significativo dell'indirizzo. Il computer "comprende" che il byte più significativo di questa istruzione speciale di pagina zero è zero. Quindi, queste sono chiamate istruzioni di pagina zero e possono essere eseguite più velocemente di quelle dove è richiesto un indirizzo di due byte.
Il funzionamento di questo programma dipende dalla corretta esecuzione della subroutine alla locazione F800 che disegna il punto. I passi 3 e 4 del programma forniscono dei valori che devono essere usati dalla subroutine che traccia i punti.

PASSO 3 Mette il valore del colore (0-15) nella locazione 0030. Si noti che questa istruzione di memorizzazione, STA, usa soltanto l'ultima parte dell'indirizzo (la prima parte, 00, non occorre). Il valore del colore è dato alla locazione di programma 775 ed è inserito come numero esadecimale da 09 a F (da 0 a 15 con numeri decimali). La corretta cifra esadecimale va inserita in entrambi i byte.

Esempio

Arancio: A9 LDA 99
99
85 STA 30 ↖9 in entrambe le
30 cifre ESA

I valori dei colori sono dati nella seguente tabella.

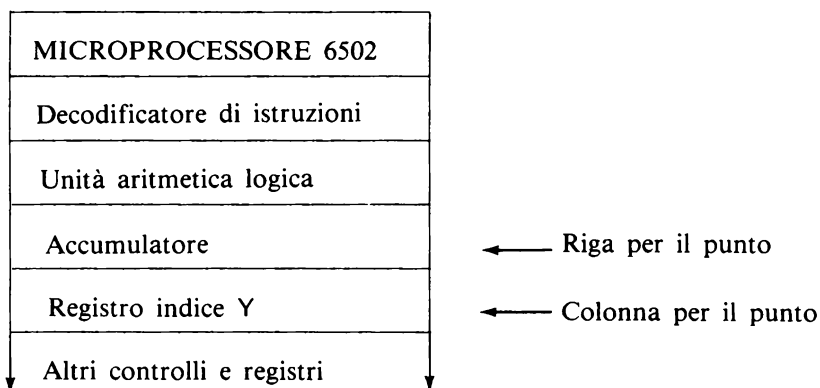
TABELLA DEI COLORI

Valore del colore	*Valore ESA*	*Colore*
0	0	Nero
1	1	Magenta
2	2	Blu scuro
3	3	Viola
4	4	Verde scuro
5	5	Grigio
6	6	Blu
7	7	Azzurro
8	8	Marrone
9	9	Arancio
10	A	Grigio
11	B	Rosa
12	C	Verde
13	D	Giallo
14	E	Acquamarina
15	F	Bianco

Quando la subroutine di tracciamento verrà eseguita, preleverà il valore del colore nella locazione di memoria 0030. Perciò il programma in linguaggio macchina deve memorizzare questo valore proprio lì (viene fatto alle locazioni 776 e 777 del programma). Si deve anche dire alla subroutine dove disegnare il punto sullo schermo. Questa informazione è fornita nel passo 4 del programma.

PASSO 4 Fornisce la colonna e la riga dove si vuole disegnare il punto. Nei grafici a bassa risoluzione, questi valori possono variare da 0 a 39 compresi. La colonna viene caricata nel registro Y (una speciale locazione, usata da parecchie istruzioni del linguaggio macchina, che contiene 8 bit). La riga è caricata nell'accumulatore. Ri-

cordate che queste sono istruzioni del linguaggio macchina, quindi i valori devono essere in formato esadecimale.

PASSO 5 La subroutine disegna-punti guarda nel registro Y e nell'accumulatore per trovare la riga e la colonna che indicano dove disegnare il punto, e poi lo disegna.

PASSO 6 Dopo che il punto è stato disegnato, l'istruzione di ritorno dalla subroutine riporta il programma al sistema operativo in Basic alla posizione che segue l'istruzione CALL S della linea 800 (vedere Sistema operativo, Cap. 2).

Le subroutine ai passi 1 e 2 cancellano semplicemente lo schermo ed abilitano il modo graphics in bassa risoluzione, cosicché i punti possano essere disegnati.
Per questo programma, sarebbe conveniente essere in grado di cambiare il valore del colore, la colonna e la riga del punto. Per fare questo facilmente, aggiungete queste linee al programma del sistema operativo.

```
810 INPUT "VUOI CAMBIARE DATI (SI O NO)?";A$
820 IF A$ = "SI" GOTO 420
```

Poi, quando volete cambiare dei valori dopo l'esecuzione, potete cambiare il valore del codice a 775, la colonna a 779 e la riga a 781. Questa modifica vi risparmia la seccatura di dover riscrivere tutto il programma.

Ecco una semplice visualizzazione subito dopo l'inserimento.

Ecco il video dopo l'esecuzione.

Ora cambiate il colore a 3 (viola), la colonna a 14 (esadecimale) e la riga a 14 (esadecimale). Questo metterà un punto color viola al centro dello schermo. Dopo aver risposto SI alla domanda, il video mostrerà:

```
□
VUOI CAMBIARE DATI (SI O NO)?SI
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?■
```

4 linee di testo

Scrivete 775 e premete RETURN. Le 4 linee di testo in fondo allo schermo ora saranno:

```
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?775
775  DATO=?■
```

Scrivete 33. Le 4 linee in fondo ora risulteranno:

```
ALTRIMENTI BATTI 99
?775
775  DATO=?33
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?■
```

Scrivete SI e premete RETURN. Le 4 linee ora saranno:

```
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)? SI
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?■
```

Scrivete 779 e premete RETURN. Le 4 linee mostreranno:

```
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?779
779  DATO=?■
```

Scrivete 14. Le 4 linee saranno:

```
ALTRIMENTI BATTI 99
?779
779  DATO=?14
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?■
```

Scrivete SI e premete RETURN. Le 4 linee mostreranno:

```
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)? SI
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?■
```

Scrivete 781 e premete RETURN. Le 4 linee risulteranno:

```
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?781
781  DATO=?■
```

Scrivete 14. Le 4 linee saranno:

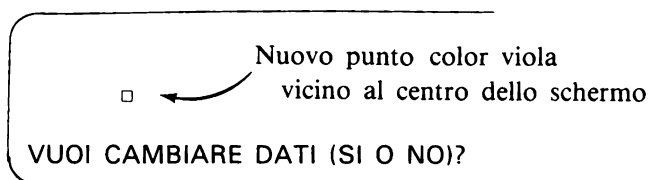
```
ALTRIMENTI BATTI 99
?781
781  DATO=?14
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?■
```

Scrivete NO e premete RETURN

```
783 00
784 F8
785 60
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)? ■
```

Scrivete NO e premete RETURN. Le 4 linee mostreranno:

```
784 F8
785 60
PEMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE
ALTRE MODIFICHE? NO
```

Premete un tasto qualsiasi per vedere il disegno del nuovo punto

Ora dipende da voi. Se volete disegnare dei punti con altri colori in altre posizioni, scrivete SI e ripetete il procedimento. Altrimenti scrivete NO, ed il computer ritornerà al sistema operativo. Sarete allora pronti per inserire il prossimo programma.

DISEGNO NEI QUATTRO ANGOLI

Prima di lasciare la tecnica di disegno per punti, scriviamo un programma per mettere un punto in ogni angolo dell'area grafica. I punti saranno:

Colonna		*Riga*		
Dec.	ESA	Dec.	ESA	
0	0	0	0	In alto a sinistra
0	0	39	27	In basso a sinistra
39	27	0	0	In alto a destra
39	27	39	27	In basso a destra

Il programma è simile al precedente. La differenza è che le parti 4 e 5 verranno ripetute, una volta per ogni ulteriore punto.

PROGRAMMA PER DISEGNARE NEI QUATTRO ANGOLI

1	768	20	Cancella lo schermo
	769	58	
	770	FC	
2	771	20	Abilita il modo grafico
	772	40	
	773	FB	

3	774 A9	Sceglie il colore bianco
	775 FF	
	776 85	Lo memorizza in 0030
	777 30	
4	778 A0	Colonna 0
	779 00	
	780 A9	Riga 0
	781 00	
5	782 20	Disegna nell'angolo in alto a sinistra
	783 00	
	784 F8	
4	785 A9	Cambia riga, lascia la stessa colonna
	786 27	
5	787 20	Disegna nell'angolo in basso a sinistra
	788 00	
	789 F8	
4	790 A0	Cambia colonna, lascia la stessa riga
	791 27	
	792 A9	Ricarica la riga nell'accumulatore
	793 27	
5	794 20	Disegna nell'angolo in basso a destra
	795 00	
	796 F8	
4	797 A9	Cambia riga, lascia la stessa colonna
	798 00	
5	799 20	Disegna nell'angolo in alto a destra
	800 00	
	801 F8	
	802 60	Ritorna al sistema operativo in Basic

Questo è il più lungo programma in linguaggio macchina che avete fatto finora. Ci sono 35 byte. Quando il programma sarà stato inserito completamente, il computer visualizzerà le prime 20 linee come segue:

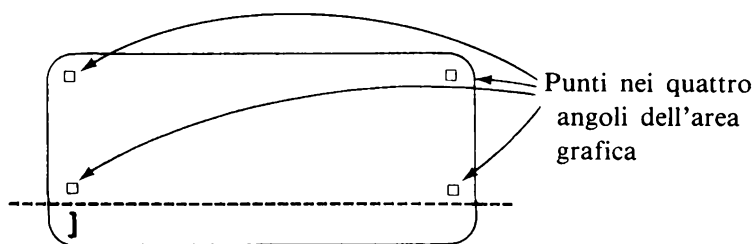
```
ECCO IL TUO PROGRAMMA
768 20
769 58
770 FC
771 20
772 40
773 FB
774 A9
775 FF
776 85
777 30
778 A0
779 00
780 A9
781 00
782 20
783 00
784 F8
785 A9
786 27
787 20
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE
■
```

Per vedere il resto del programma, premete un tasto qualsiasi. Il computer cancellerà lo schermo e mostrerà le prossime 20 linee, se ce ne sono 20. Ecco quello che vedrete questa volta:

```
788 00
789 F8
790 A0
791 27
792 A9
793 27
794 20
795 00
796 F8
797 A9
798 00
799 20
800 00
801 F8
802 60
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE
■
```

Vedete che adesso è stato listato tutto il programma. Premendo un qualsiasi tasto, avrete la possibilità di effettuare correzioni. Le linee che seguiranno sono:

SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?■

Scrivete 99 se non ci sono modifiche.
Il programma visualizza
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER PARTIRE
Premete un tasto qualsiasi e vedrete:

Ancora una volta potete aggiungere momentaneamente delle linee al programma del sistema operativo in Basic per poter cambiare dei valori.

DISEGNO DI UNA LINEA ORIZZONTALE

Se è possibile disegnare un punto, si può anche tracciare una linea disegnando una serie di punti. L'ultimo programma, per il disegno di soli quattro punti, era piuttosto lungo. Fortunatamente il monitor di linguaggio macchina dell'Apple contiene una subroutine interna che disegna una linea orizzontale. Tutto quello che dobbiamo fare è memorizzare la colonna dell'ultimo punto della linea nella locazione di memoria 002C dove la subroutine che traccia la linea la possa trovare.
La subroutine usata al passo 6 è equivalente all'istruzione del Basic Applesoft:

HLIN 16,32 AT 20

Ecco il programma completo organizzato in parti funzionali.

PROGRAMMA LINEA ORIZZONTALE

```
1 COMMENTO **CANCELLA LO SCHERMO**
  768 20      JSR FC58      Subroutine interna
  769 58
  779 FC

2 COMMENTO **ABILITA IL MODO GRAFICO**

  771 20      JSF FB40      Subroutine interna
  772 40
  773 FB
3 COMMENTO **SCEGLIE IL COLORE**
  774 A9      LDA FF        Carica il colore bianco
  775 FF

  776 85      STA 30        Memorizza in 0030
  777 30

4 COMMENTO **DA' L'ULTIMO PUNTO**

  778 A9      LDA 20        Ultimo punto a 20 (32 decimale)
  779 20

  780 85      STA 2C        Memorizza in 002C
  781 2C

5 COMMENTO **DA' IL PRIMO PUNTO**

  782 A0      LDY 10        Primo punto a 10 (16 decimale)
  783 10

  784 A9      LDA 14        Carica l'accumulatore con la riga
  785 14                    14 (20 decimale)

6 COMMENTO **DISEGNA LA LINEA**

  786 20      JSR F819      Subroutine interna
  787 19
  788 F8

7 COMMENTO **RITORNO AL BASIC**

  789 60      RTS           Ritorno al sistema operativo
```

Se confrontate questo programma con il programma per tracciare punti, spiegato precedentemente in questo capitolo, scoprirete che sono molto simili. Nel nostro nuovo programma, dobbiamo dare il valore finale (colonna) prima di disegnare la linea. La subroutine che disegna la linea è situata ad una locazione di memoria differente da quella per la subroutine che disegnava un punto nel vecchio programma.
Dopo aver inserito il programma per mezzo del sistema operativo in Basic, il programma verrà visualizzato come al solito. Ci sono 22 byte che iniziano alla locazione 768.

```
ECCO IL TUO PROGRAMMA

768 20
769 58
770 FC
771 20
772 40
773 FB
774 A9
775 FF
776 85
777 30
778 A9
779 20
780 85
781 2C
782 A0
783 10
784 A9
785 14
786 20
787 19
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE
■
```

Controllate se è corretto. Poi premete un tasto qualsiasi.

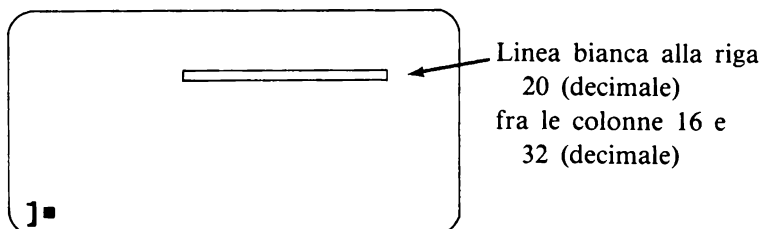
```
788 F8
789 60
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE
■
```

Dopo aver premuto un tasto:

```
788 F8
789 60
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?■
```

Se è tutto giusto, scrivete 99.

```
788 F8
789 60
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?99
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER PARTIRE
■
```

Ora quando premete un tasto, vedrete:

Ancora una volta potete voler fare delle modifiche. Le linee che avete usato prima lavorerebbero bene nel sistema operativo.

```
810 INPUT "VUOI CAMBIARE DATI (SI O NO)?";A$
820 IF A$ = "SI" GOTO 300
```

Se vengono usate queste linee, il programma visualizzerà la linea e poi vi permetterà di modificare i dati ad ogni indirizzo che volete. Se le linee 810 e 820 fanno parte del sistema operativo, sarà facile passare dal programma Linea Orizzontale al prossimo programma che disegna linee verticali.

DISEGNO DI LINEE VERTICALI

Le parti "Cancella lo schermo", "Abilita il modo grafico" e "Scegli il colore", del programma Linea Orizzontale, andranno bene anche per il programma Linea Verticale, perciò le lasceremo come sono.
La parte 4, la routine "Dà l'ultimo punto", richiede soltanto la modifica della locazione per la memorizzazione dell'ultimo punto della verticale. Questo sarà ora memorizzato nella locazione 002D, invece della 002C come nel programma Linea Orizzontale. La subroutine che disegna linee verticali cerca il suo punto finale in 002D. Questo richiede che sia cambiato il valore contenuto nella locazione 781.
La parte 5 del programma Linea Orizzontale dava il punto iniziale della linea (la colonna dove iniziava la linea) ed anche la linea dove la linea orizzontale doveva essere disegnata. Dovete cambiare il punto iniziale della linea orizzontale nella colonna alla quale la linea verticale sarà disegnata. Per fare questo, cambiate il valore memorizzato nella locazione 783. Dovete anche modificare la locazione 785 del programma, che contiene la riga alla quale la linea orizzontale veniva disegnata. Questa deve ora essere cambiata nella riga iniziale alla quale la linea verticale sarà disegnata.
Deve essere modificata anche la parte 6. Invece di saltare alla subroutine che disegna una linea orizzontale, si deve passare alla subroutine che disegna una linea verticale. Dovete cambiare soltanto la locazione 787 del programma.

Ecco un sommario dei quattro cambiamenti:

Cambiare 781 da 2C a 2D	Locazione dell'ultimo punto
Cambiare 783 da 10 a 14	Colonna della linea
Cambiare 785 da 14 a 10	Primo punto della linea
Cambiare 787 da 19 a 28	Indirizzo della subroutine F828 invece di F819

La subroutine alla locazione F828 è equivalente all'istruzione del Basic:

```
VLIN 16,32 AT 20
```

Se al sistema operativo sono state aggiunte le linee 810 e 820, ed è stato eseguito il programma Linea Orizzontale, il computer finirà con la domanda che chiede se ci sono modifiche.

```
VUOI CAMBIARE DATI (SI O NO)?■
```

Scrivete SI e premete RETURN. Le quattro linee in fondo mostreranno:

```
VUOI CAMBIARE DATI (SI O NO)?SI
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?■
```

Scrivete 781 e premete RETURN

```
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?781
781 DATO=?■
```

Scrivete: 2D ←——— Locazione di memoria dove è memorizzato il punto finale

```
ALTRIMENTI BATTI 99
?781
781 DATO=?2D
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?■
```

Scrivete SI e premete RETURN.

```
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?SI
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?■
```

Scrivete 783 e premete RETURN

```
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?783
783 DATO=?■
```

Scrivete: 14 ⟵ Colonna della linea

```
ALTRIMENTI BATTI 99
?783
783 DATO=?14
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?■
```

Scrivete SI e premete RETURN

```
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?SI
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?■
```

Scrivete 785 e premete RETURN

```
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?785
785 DATO=?■
```

Scrivete 10 ⟵ Punto d'inizio della linea

```
ALTRIMENTI BATTI 99
?785
785 DATO=?10
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?■
```

Scrivete SI e premete RETURN

```
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?SI
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?■
```

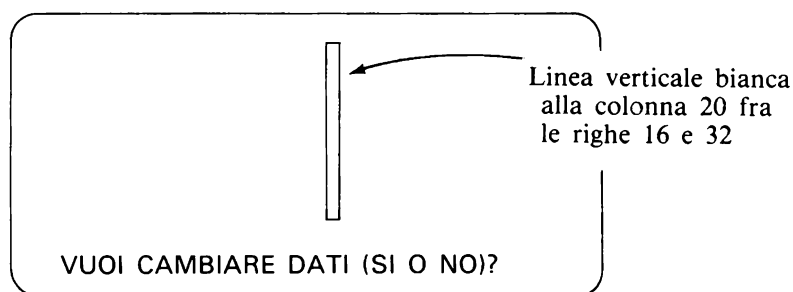
Scrivete 787 e premete RETURN

```
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?787
787 DATO=?■
```

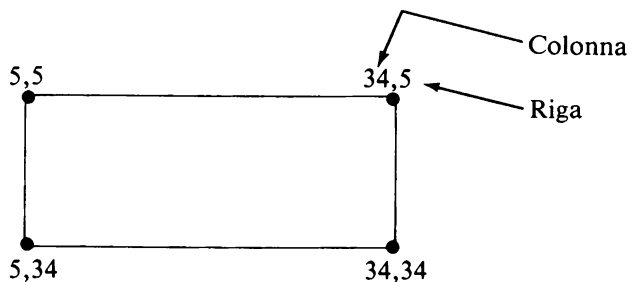
Scrivete 28 ⟵ Indirizzo di una nuova subroutine (byte meno significativo di F828)

ALTRIMENTI BATTI 99
?787
787 DATO = ?28
ALTRE MODIFICHE (SI O NO)?

Scrivete NO

Il vostro programma viene poi listato in due parti, come per il programma linea orizzontale.
Quando eseguite il programma, vedrete:

Se volete provare ancora il programma Linea Verticale, fate le vostre modifiche a questo punto ed eseguitelo ancora. Diverrete presto esperti nel disegno di punti e linee in qualsiasi posizione dello schermo. Sarete quindi pronti per un programma che unisce delle linee per formare un rettangolo.

DISEGNO DI UN RETTANGOLO

Dato che sapete come disegnare linee orizzontali e verticali, sarete in grado di disegnare un rettangolo unendo coppie di linee. Il programma che segue disegnerà il rettangolo mostrato.

Non vengono usate istruzioni nuove, ma il programma è più lungo (45 byte questa volta). Mostreremo ancora una volta il programma suddiviso in varie parti, sia con i codici mnemonici che con i codici operativi.

PROGRAMMA RETTANGOLO

1 COMMENTO **CANCELLA LO SCHERMO**

```
768 20    JSR FC58    Salta alla subroutine FC58
769 58
779 FC
```

2 COMMENTO **ABILITA IL MODO GRAPHICS**

```
771 20    JSF FB40    Salta alla subroutine FB40
772 40
773 FB
```

3 COMMENTO **SCEGLIE IL COLORE**

```
774 A9    LDA FF      Carica l'accumulatore con il colo-
775 FF                re

776 85    STA 0030    Memorizza il valore nella memo-
777 30                ria 0030
```

4 COMMENTO **PUNTI FINALI DI ENTRAMBE LE LINEE**

```
778 A9    LDA 20      Fine alla colonna e alla riga 34
779 22                (decimale)

780 85    STA 2C      Colonna finale memorizzata a
781 2C                002C

782 85    STA 2D      Riga finale memorizzata a 002D
783 2D
```

5 COMMENTO **INIZIO ORIZZONTALE E RIGA**

```
784 A0    LDY 05      Inizio delle linee orizzontali
785 05

786 A9    LDA 05      Riga 5
785 05
```

6 COMMENTO **DISEGNA IL LATO IN ALTO DEL RETTANGOLO**

```
788 20    JSR F819    Salta alla subroutine F819
787 19
790 F8
```

7 COMMENTO **RISTABILISCE L'INIZIO E LA RIGA**

```
791 A0    LDY 05      Ristabilisce il punto iniziale
792 05

793 A9    LDA 22      Si sposta alla riga 34 (dec.)
794 22
```

8 COMMENTO **DISEGNA LA BASE DEL RETTANGOLO**

```
795 20    JSR F819    Salta alla subroutine F819
796 19
797 F8
```

9 COMMENTO **INIZIO VERTICALE E COLONNA**

```
798 A0    LDY 05      Colonna 5
799 05

800 A9    LDA 05      Inizio delle linee verticali
801 05
```

10 COMMENTO **DISEGNA IL LATO SINISTRO**

```
802 20    JSR F828    Salta alla subroutine F828
803 28
804 F8
```

11 COMMENTO **RISTABILISCE L'INIZIO E LA COLONNA**

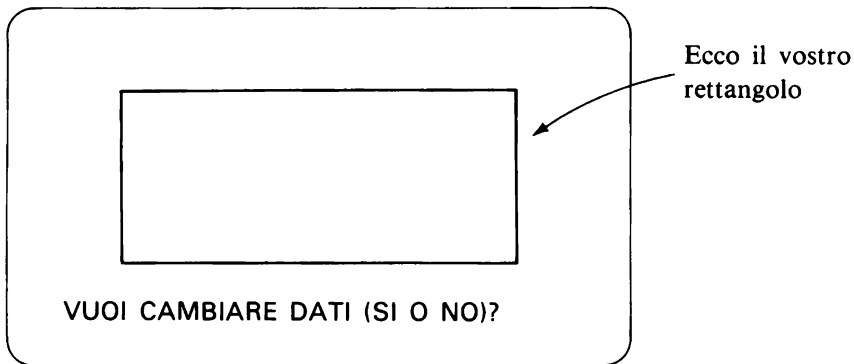
```
805 A0    LDY 22      Si sposta alla colonna 34 (dec.)
806 22

807 A9    LDA 05      Ristabilisce il punto iniziale
808 05
```

12 COMMENTO **DISEGNA IL LATO DESTRO**

```
809 20     JSR F828     Si sposta alla colonna 34 (dec.)
810 28
811 F8
```

13 COMMENTO **RITORNO AL BASIC**

```
812 60     RTS
```

Questo programma ha 45 byte. Dopo averlo inserito, il computer lo visualizzerà in 3 parti (20 linee alla volta). Se ci sono errori, correggeteli. Altrimenti eseguitelo. Ecco quello che vedrete:

SOMMARIO

Le subroutine in linguaggio macchina sono state usate moltissimo in questo capitolo. Il monitor di linguaggio macchina dell'Apple ha parecchi programmi interni per questi scopi. Avete usato le subroutine per cancellare lo schermo, per abilitare il modo graphics, per disegnare punti, linee orizzontali e verticali.
Avete anche usato le istruzioni di caricamento e memorizzazione per muovere i dati alle locazioni dove possano essere trovati dalle subroutine appropriate.
Avete imparato ad usare queste istruzioni:

1. JSR (*Jump to Subroutine*, salta alla subroutine) Usata in modo assoluto per utilizzare le subroutine interne nei vostri programmi.

Esempio 20 codice op.
19 byte meno significativo dell'indirizzo
FB byte più significativo dell'indirizzo

2. LDY (*LoaD Y register*, carica il registro Y) Usata in modo immediato. Questo valore è stato usato da una subroutine.

Esempio A0 codice op.
22 dato caricato nel registro Y

3. STA (*STore Accumulator*, memorizza l'accumulatore) Usata, questa volta, nel modo pagina zero. Questo modo viene usato soltanto quando i dati devono essere trasferiti a o da locazioni di memoria basse (quelle dove il byte più significativo dell'indirizzo è zero). La memoria compresa tra 0000 e 00FF è chiamata *memoria di pagina zero.*

Esempio 85 codice op.
30 byte meno significativo dell'indirizzo

Le istruzioni del linguaggio macchina che avete usato finora in questo libro sono:

Codice mnemonico	*Modi di indirizzamento*	*Codice op.*	*Byte usati*	*Funzione*
LDA	Immediato	A9	2	Carica l'accumulatore
LDY	Immediato	A0	2	Carica il registro Y
STA	Assoluto	8D	3	Mette l'accumulatore
STA	Pagina zero	85	2	in memoria
JSR	Assoluto	20	3	Salto alla subroutine
RTS	Implicito	60	1	Ritorno dalla subroutine
ASL	Accumulatore	0A	1	Sposta i bit dell'accumulatore a sinistra

L'accumulatore, il registro Y e certe locazioni di memoria sono state usate per memorizzare valori utilizzabili dalle subroutine interne. Ecco un sommario dei loro usi.

Subroutine	Reg. Y	Accum.	0030	002C	002D
Cancella lo schermo	—	—	—	—	—
Abilita il modo grafico	—	—	—	—	—
Disegna un punto	Colonna	Riga	Colore	—	—
Linea orizzontale	Colonna iniziale	Riga	Colore	Colonna finale	—
Linea verticale	Colonna	Riga iniziale	Colore	—	Riga finale

Siete ben avviati alla programmazione in linguaggio macchina. Nel prossimo capitolo vedremo come visualizzare caratteri alfanumerici sullo schermo.

ESERCIZI

Completare gli spazi vuoti.

1. Il codice mnemonico JSR è l'abbreviazione di ________________

   ____

2. I valori dei colori usati nei programmi in linguaggio macchina sono numeri esadecimali a due cifre. Quali, tra quelli che seguono, sono corretti?
   a. CC   b. 0H   c. FG   d. 33

   ____

3. Per disegnare un punto sullo schermo usando le subroutine interne, prima si devono fare queste cose.
   a. abilitare il modo grafico
   b. scegliere il valore del colore
   c. caricare il registro Y con ________________
   d. caricare l'accumulatore con ________________

4. Che range di valori può essere usato per disegnare un punto, nel modo grafico a bassa risoluzione che abbiamo usato nel Cap. 3?
   a. Dalla colonna ________ alla ________ incluse
   b .Dalla riga ________ alla ________ incluse

5. Il programma interno che disegna una linea verticale e quello che disegna una linea orizzontale usano ______________ (le medesime, differenti) subroutine.

6. Spiegate quando si può usare l'istruzione STA (codice op. 85) nel modo pagina zero.

RISPOSTE AGLI ESERCIZI

1. *Jump to SubRoutine* salta alla subroutine
2. a e b
3. c. numero di colonna (0-27 esadecimale)
   d. numero di riga (0-27 esadecimale)
4. a. colonne da 0 a 39 decimale (o da 0 a 27 esadecimale)
   b. righe da 0 a 39 decimale (o da 0 a 27 esadecimale)
5. Differenti (linea orizzontale a F819, linea verticale a F828)
6. Quando i dati devono essere trasferiti dall'accumulatore nella memoria di pagina zero (da 0000 a 00FF), il byte più significativo è 00, e, per un'istruzione nel modo pagina zero, non è necessario.

CAPITOLO CINQUE

Visualizzare testi

SOB

Il video è una finestra attraverso cui si può vedere che cosa sta facendo il computer. Lo schermo può visualizzare il contenuto di certe locazioni di memoria. Nel Cap. 4, avete fatto dei disegni sullo schermo usando le subroutine del computer. In questo capitolo, imparerete a mettere dei testi direttamente nell'area di memoria del video, cosicché si possano vedere dei messaggi.
Sarete introdotti ad alcune nuove istruzioni, che verranno usate per realizzare dei cicli simili a quelli di tipo IF...THEN e FOR...NEXT che avete usato in Basic.
Il calcolatore ha due registri che possono essere usati come "contatori". Questi contatori (i registri X e Y) possono essere utilizzati per *indicare*, o *contare*, il numero di volte che il computer esegue un ciclo. Possono anche essere usati per indicare le locazioni di memoria da cui caricare, o dove memorizzare, dei dati. Questa operazione porta all'uso di un nuovo modo di indirizzamento, chiamato indirizzamento assoluto indicizzato.

VISUALIZZAZIONE DI UN CARATTERE

Inizieremo con un semplice programma che visualizza la lettera A nell'angolo in alto a sinistra dello schermo. Tutte le istruzioni che appaiono in questo programma sono già state usate. L'unica cosa nuova è l'uso del codice ASCII. Poiché il computer può capire solo istruzioni numeriche e dati, tutti i caratteri alfabetici e di punteggiatura (così come certi altri caratteri speciali) devono essere dati in forma numerica. A questo scopo vengono usati i codici ASCII. (Una lista completa di questi codici è data più avanti, in questo capitolo.)

PROGRAMMA VISUALIZZA UNA LETTERA

```
1. COMMENTO **CANCELLA LO SCHERMO**
   768 20   JSR FC58    Salto alla subroutine
   769 58
   779 FC

2. COMMENTO **SCEGLIE LA LETTERA 'A'**        C1 è il
                                          codice ESA per 'A'
   771 A9   LDA C1      Carica l'accumulatore con il codi-
   772 C1               ce ASCII di A

3. COMMENTO **LA VISUALIZZA**

   773 8D   STA 0400    Memorizzalo nell'area di memoria
   774 00               del video
   775 04

4. COMMENTO **RITORNO AL BASIC**

   776 60   RTS         Ritorno al sistema operativo
```

Avete visto la parte 1 precedentemente. E la subroutine interna che cancella lo schermo.
Nella parte 2, viene caricato nell'accumulatore il codisce ASCII della lettera A (valore esadecimale C1) Altri valori darebbero altri caratteri.
La parte 3 usa il modo di indirizzamento assoluto per l'istruzione STA. La locazione di questo elemento di memoria (0400 esadecimale) è l'angolo in alto a sinistra del video.
La parte 4 ritorna il controllo al sistema operativo Basic.

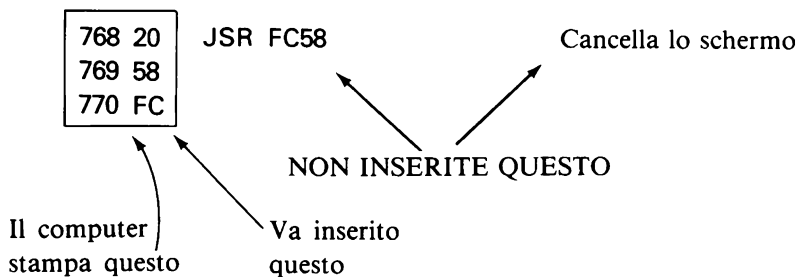
Inserite il programma usando il sistema operativo e poi eseguitelo. Vedrete la lettera A comparire nell'angolo in alto a sinistra dello schermo. Il cursore lampeggiante indica che il programma è ritornato al sistema operativo.

Il video:

Il prossimo è un programma che visualizza più volte un carattere alfabetico nella parte alta dello schermo. Se volete provare più volte questo programma, aggiungete queste linee al sistema operativo:

```
810 PRINT: PRINT
820 INPUT "VUOI CAMBIARE DATI (SI O NO)?";A$
830 IF A$ = "SI" THEN 420
```

Poi usate il sistema operativo per inserire questo programma. Non inserite i commenti, i codici mnemonici o gli operandi.

Esempio
1 COMMENTO **CANCELLA LO SCHERMO**

Dovete inserire solo gli indirizzi e i dati. Il resto delle note e dei commenti serve soltanto per aiutarti a capire la funzione di ogni parte del programma. Questo programma contiene 16 byte.

PROGRAMMA VISUALIZZA CARATTERI

```
1 COMMENTO **CANCELLA LO SCHERMO**
    768 20    JSR FC58    Cancella ancora lo schermo
    769 58
    779 FC
```

2 COMMENTO **PONE L'INDICE A ZERO**

771 A0	LDY 0	Usato per indicare la memoria
772 00		del video e per uscire dal ciclo

3 COMMENTO **SCEGLIE IL CARATTERE**

773 A9	LDA C1	Carica la A proprio come nel
774 C1		programma precedente

4 COMMENTO **ECCO IL CICLO**

Ciclo	775 99	STA 0400, Y	Memoria nella locazione 0400 +
	776 00		il contenuto del registro Y
	777 04		
	778 C8	INY	Incrementa il registro Y per la prossima locazione
	779 C0	CPY 28	Confronta Y con 401 (decimale)
	780 28		
	781 D0	BNE F8	Salta (se i due valori non sono
	782 F8		uguali) alla locazione 0775

5 COMMENTO **RITORNO AL BASIC**

783 60 RTS

Seguiremo ora il programma passo per passo e discuteremo le istruzioni usate, e l'azione di ognuna di esse quando sarà eseguito il programma. Nella parte 1 viene cancellato lo schermo. Questa subroutine sarà usata nella maggior parte (se non in tutti) dei nostri programmi.
Nella parte 2, il registro Y viene caricato con il valore zero. L'istruzione LDY è stata discussa nel capitolo 4. In questo programma, il registro Y è usato per tener conto di quante volte viene eseguito il ciclo della parte 4. Lo poniamo a zero in preparazione del conteggio.

Registro Y | 0 0 0 0 0 0 0 0 | (in binario)

Nella parte 3, l'istruzione LDA è usata in modo immediato per caricare il valore esadecimale C1 nell'accumulatore. Questo valore sarà usato per visualizzare la lettera A nella parte 4 del programma.

Accumulatore | 1 1 0 0 0 0 0 1 | (in binario)

Una lista completa dei codici ASCII è data nell'Appendice. C1, il codice della lettera A, è il solo codice ASCII usato in questo programma.
La parte 4 forma il ciclo che stampa la lettera A in ogni posizione lungo la linea più alta del video. Il ciclo lavora in questo modo:

La prima volta che si percorre il ciclo, registro Y = 0

1 L'istruzione STA memorizza il codice di A nella locazione di memoria 0400+0 (prima posizione, linea più alta). Notate che il valore memorizzato in Y (0 a questo punto) viene aggiunto al valore 0400 per determinare la locazione da usare per la memorizzazione.
2 L'istruzione INY (codice operativo C8) incrementa di uno il valore del registro Y. Perciò il registro Y ora contiene 1.
3 L'istruzione CPY (codice operativo C0) confronta il valore del registro Y (ora 1) con il valore esadecimale 28 (il secondo byte dell'istruzione).
4 L'istruzione BNE (codice operativo D0) causa un salto all'indietro all'inizio del ciclo se i valori confrontati nel passo 3 *non* sono uguali. Poiché 1 e 28 non sono uguali, questa volta il computer ritorna all'inizio del ciclo. Se i valori fossero uguali, il calcolatore andrebbe alla parte 5 del programma.

La seconda volta che si percorre il ciclo, registro Y = 1

1 L'istruzione STA memorizza A nella locazione 0400+1 (0401 è la seconda posizione della linea in alto).
2 Il registro Y è incrementato dall'istruzione INY, ed ora ha valore 2.
3 Il valore 2 del registro Y viene confrontato con 28.
4 Poiché 2 non è uguale a 28, l'istruzione BNE manda ancora una volta il computer all'inizio del ciclo.

La terza volta che si percorre il ciclo, registro Y = 2

.
.
.
ecc.
.
.
.
.

Ogni volta che si percorre il ciclo, il carattere A viene stampato un posto a destra rispetto alla posizione precedente.

La ventottesima volta che si percorre il ciclo, Y = 27 esadecimale

1 L'istruzione STA memorizza A nell'ultima posizione della linea in alto (0400+27).
2 Il registro Y è incrementato a 28.
3 Il contenuto del registro Y viene confrontato con 28 esadecimale.
4 Poiché Y = 28, *non* è effettuato il salto all'indietro. Si passa alla prossima istruzione, che è nella parte 5.

La parte 5 ritorna il controllo al sistema operativo, che chiede se volete cambiare dati.
Poiché l'Apple visualizza 40 caratteri su ogni linea, vedrete 40 A sullo schermo.

DISCUSSIONE DELLE NUOVE ISTRUZIONI

La prima istruzione nuova incontrata nel programma era:

Questa è un'istruzione con indirizzo assoluto indicizzato ed è simile all'istruzione di memorizzazione con indirizzo assoluto. Tuttavia, questa nuova istruzione aggiunge il contenuto del registro Y al valore assoluto dell'indirizzo usato.

Esempio

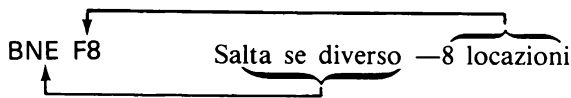
Se Y = 0, STA 0400+0 è equivalente a STA 0400
Se Y = 1, STA 0400+1 è equivalente a STA 0401
Se Y = 27, STA 0400+27 è equivalente a STA 0427

Così abbiamo un modo per memorizzare in locazioni differenti ogni volta che viene eseguito il ciclo.
Nel precedente programma, avete scoperto che alla linea più in alto dello schermo sono assegnate delle locazioni di memoria consecutive, da 0400 a 0427 incluse.

L'istruzione INY alla locazione 778 del programma è un'istruzione ad indirizzamento implicito che incrementa il valore del registro Y. È simile all'istruzione Y = Y+1 del Basic, ed è usata per incrementare la locazione in cui memorizzare il carattere A ogni volta che si percorre il ciclo. L'istruzione CPY 28 è qui usata nel modo di indirizzamento immediato. Il valore corrente del registro Y è confrontato con il valore esadecimale 28. Questo confronto abilita il computer a decidere, nel successivo passo, se tornare o no all'inizio del ciclo. Assieme all'istruzione BNE, CPY ha una funzione simile all'istruzione del Basic:

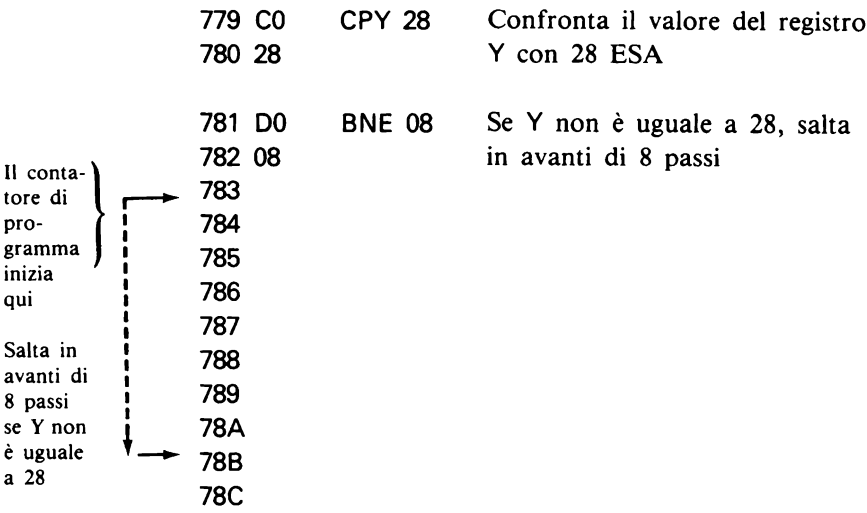
IF N<>28 THEN GOTO XX (dove XX è la linea a cui bisogna saltare)

L'ultima nuova istruzione, BNE F8, richiede alcune spiegazioni. È un'istruzione con indirizzamento relativo che completa il ciclo.

BNE F8 Salta se diverso —8 locazioni

Se il risultato della precedente istruzione (CPY 28) *non* è zero, viene effettuato un salto all'inizio del ciclo. Il salto è fatto ad una locazione di memoria relativa alla posizione del contatore di programma. Il valore esadecimale F8 è equivalente al numero negativo −8, e causerà un salto *all'indietro* di 8 passi dalla posizione corrente del contatore di programma.

Quando vengono usati come operandi in un'istruzione di salto come BNE, tutti i valori esadecimali da 01 a 7F inclusi causano un salto *in avanti* dalla posizione corrente del contatore di programma. La seguente istruzione causa un alto *in avanti* dalla locazione 783 (dove punta il contatore di programma quando viene eseguita l'istruzione BNE) alla locazione di memoria 78B (783+8).

```
781 D0        BNE 08
782 08
```

Ecco un esempio dell'uso di questa istruzione in una parte di programma.

Tutti i valori esadecimali da 80 a FF sono usati da istruzioni di salto per spostamenti all'indietro (o negativi). Nel programma Visualizza Caratteri, l'istruzione usata è:

781 D0	BNE F8	Se Y non è uguale a 28, salta
782 F8		all'indietro di 8 passi

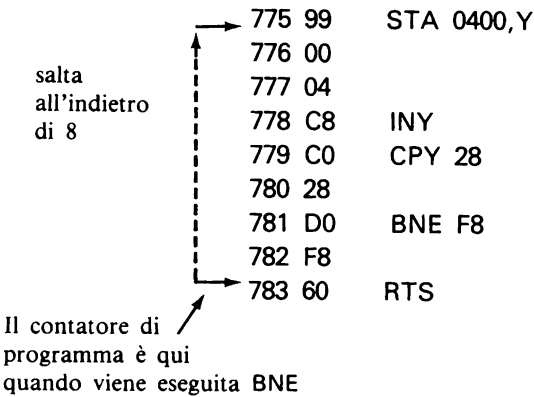
Il salto è fatto all'indietro (o in direzione negativa) poiché F8 è compreso tra 80 e FF. Contando all'indietro 8 passi dalla locazione 783, si arriva a 775, l'inizio del ciclo.

Non analizzeremo il metodo usato dal computer per determinare i valori dei numeri negativi. Forniremo invece delle tavole per determinare l'operando usato nelle istruzioni di salto.

TAVOLA PER DETERMINARE I SALTI IN AVANTI

Passi in avanti (decimale)	*Operando di salto (ESA)*	*Passi in avanti (Decimale)*	*Operando di salto (ESA)*	*Passi in avanti (decimale)*	*Operando di salto (ESA)*
1	01	49	31	97	61
2	02	50	32	98	62
3	03	51	33	99	63
4	04	52	34	100	64
5	05	53	35	101	65
6	06	54	36	102	66
7	07	55	37	103	67
8	08	56	38	104	68
9	09	57	39	105	69
10	0A	58	3A	106	6A
11	0B	59	3B	107	6B
12	0C	60	3C	108	6C
13	0D	61	3D	109	6D
14	0E	62	3E	110	6E
15	0F	63	3F	111	6F
16	10	64	40	112	70
17	11	65	41	113	71
18	12	66	42	114	72
19	13	67	43	115	73
20	14	68	44	116	74
21	15	69	45	117	75
22	16	70	46	118	76
23	17	71	47	119	77
24	18	72	48	120	78
25	19	73	49	121	79
26	1A	74	4A	122	7A
27	1B	75	4B	123	7B
28	1C	76	4C	124	7C
29	1D	77	4D	125	7D
30	1E	78	4E	126	7E
31	1F	79	4F	127	7F
32	20	80	50		
33	21	81	51		
34	22	82	52		
35	23	83	53		
36	24	84	54		
37	25	85	55		
38	26	86	56		
39	27	87	57		
40	28	88	58		
41	29	89	59		
42	2A	90	5A		
43	2B	91	5B		
44	2C	92	5C		
45	2D	93	5D		
46	2E	94	5E		
47	2F	95	5F		
48	30	96	60		

Esempi che usano salti in avanti:

1.
```
   792 D0   BNE 07
   793 07
┌→ 794  .
│   .   .
│   .   .
│   .   .
↓   .   .
└→ 801  .
```

Il contatore di programma parte da 794
Salto desiderato a 801 (7 passi)

Cercate sulla tavola:

Passi in avanti (decimale)	Operando di salto (ESA)	
7	07 ←	Operando

Se la condizione controllata non è uguale a zero, salta in avanti a 801 (794 + 7 passi).

2.
```
   798 D0   BNE 1F
   799 1F
┌→ 800  .
│   .   .
│   .   .
│   .   .
↓   .   .
└→ 831
```

Il contatore di programma parte da 800
Salto desiderato a 831 (31 passi)

Cercate sulla tavola:

Passi in avanti (decimale)	Operando di salto (ESA)	
31	1F ←	Operando

Se la condizione controllata non è uguale a zero, salta in avanti a 831 (800 + 31 passi).

3.
```
   814 D0   BNE 77
   815 77
┌→ 816  .
│   .   .
│   .   .
│   .   .
↓   .   .
└→ 935  .
```

Il contatore di programma parte da 816
Salto desiderato a 935 (119 passi)

Cercate sulla tavola:

Passi in avanti (decimale)	Operando di salto (ESA)	
119	77 ←	Operando

Se la condizione controllata non è uguale a zero, salta in avanti a 935 (816 + 119 passi).

4.
```
   922 D0   BNE 5B
   923 5B
┌→ 924  .
│   .   .
│   .   .
│   .   .
↓   .   .
└→ 1015.
```

Il contatore di programma parte da 924
Salto desiderato a 1015 (91 passi)

Cercate sulla tavola:

Passi in avanti (Decimale)	Operando di salto (ESA)	
91	5B ←	Operando

Se la condizione controllata non è uguale a zero, salta in avanti a 1015 (924 + 91 passi).

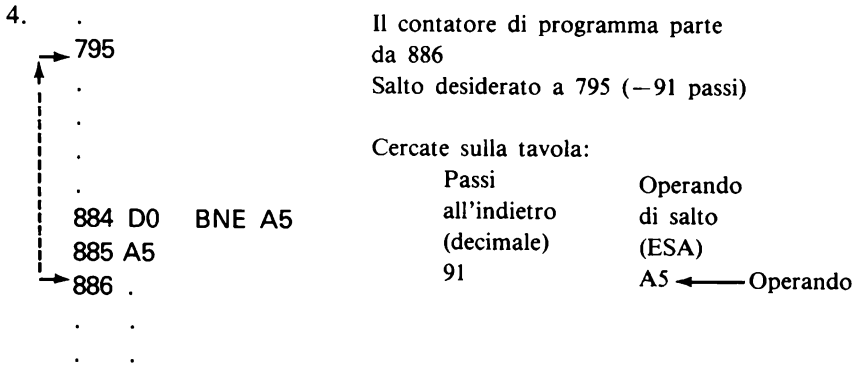
TAVOLA PER DETERMINARE I SALTI ALL'INDIETRO

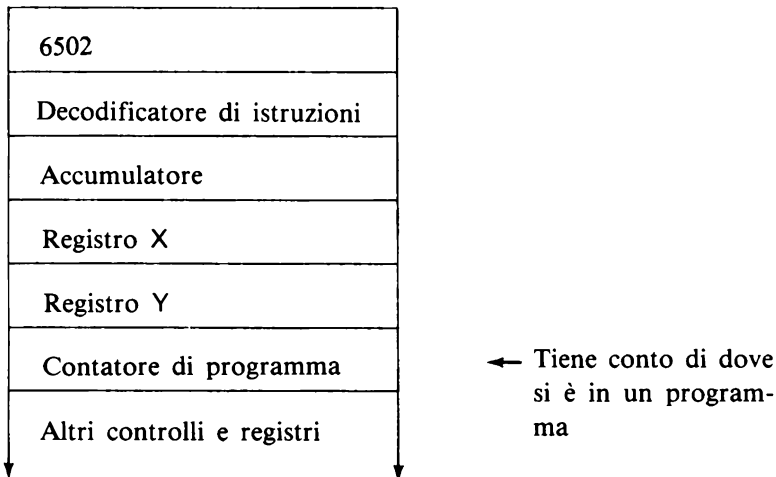
Passi all'indietro (decimale)	*Operando di salto (ESA)*	*Passi all'indietro (decimale)*	*Operando di salto (ESA)*	*Passi all'indietro (decimale)*	*Operando di salto (ESA)*
1	FF	49	CF	97	9F
2	FE	50	CE	98	9E
3	FD	51	CD	99	9D
4	FC	52	CC	100	9C
5	FB	53	CB	101	9B
6	FA	54	CA	102	9A
7	F9	55	C9	103	99
8	F8	56	C8	104	98
9	F7	57	C7	105	97
10	F6	58	C6	106	96
11	F5	59	C5	107	95
12	F4	60	C4	108	94
13	F3	61	C3	109	93
14	F2	62	C2	110	92
15	F1	63	C1	111	91
16	F0	64	C0	112	90
17	EF	65	BF	113	8F
18	EE	66	BE	114	8E
19	ED	67	BD	115	8D
20	EC	68	BC	116	8C
21	EB	69	BB	117	8B
22	EA	70	BA	118	8A
23	E9	71	B9	119	89
24	E8	72	B8	120	88
25	E7	73	B7	121	87
26	E6	74	B6	122	86
27	E5	75	B5	123	85
28	E4	76	B4	124	84
29	E3	77	B3	125	83
30	E2	78	B2	126	82
31	E1	79	B1	127	81
32	E0	80	B0	128	80
33	DF	81	AF		
34	DE	82	AE		
35	DD	83	AD		
36	DC	84	AC		
37	DB	85	AB		
38	DA	86	AA		
39	D9	87	A9		
40	D8	88	A8		
41	D7	89	A7		
42	D6	90	A6		
43	D5	91	A5		
44	D4	92	A4		
45	D3	93	A3		
46	D2	94	A2		
47	D1	95	A1		
48	D0	96	A0		

Esempio di salti all'indietro:

Se la condizione controllata non è uguale a zero, salta indietro a 778 (809—31 passi).

Se la condizione controllata non è uguale a zero, salta indietro a 778 (809—31 passi).

Se la condizione controllata non è uguale a zero, salta indietro a 781 (900—119 passi).

Mentre il programma è nel computer, provatelo cambiando il valore ASCII usato all'indirizzo 774. Usate i valori da C1 a DA per vedere differenti lettere dell'alfabeto. Quando avrete finito gli esperimenti, passate al prossimo programma che visualizza tutti i 26 caratteri alfabetici su una linea.
Abbiamo ora parlato di queste parti del microprocessore 6502.

6502	
Decodificatore di istruzioni	
Accumulatore	
Registro X	
Registro Y	
Contatore di programma	← Tiene conto di dove si è in un programma
Altri controlli e registri	

UN'OCCHIATA ALL'ALFABETO

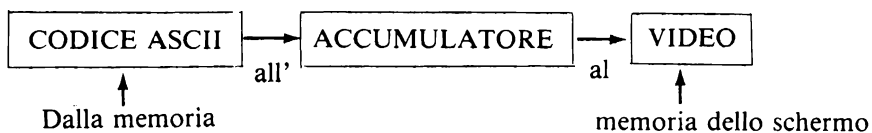
Nel precedente programma STA 0400,Y era usata per mettere una lettera in posizioni consecutive della linea più in alto del video. Il registro Y è stato usato per *indicare* la posizione.
Il registro X può essere usato nello stesso modo. Se i codici ACII delle lettere dell'alfabeto saranno memorizzati in locazioni consecutive, potranno essere caricati nell'accumulatore con l'istruzione:

Ognuno dei due registri (X o Y) può essere usato con le istruzioni STA e LDA. Essi possono essere usati anche con altre istruzioni, come vedremo più avanti.
Dopo che un codice ASCII è stato utilizzato dal programma, il registro X può essere incrementato per fornire il codice corretto per il prossimo passaggio nel ciclo. Aggiungendo una nuova parte al precedente programma, potete prendere ogni carattere alfabetico in ordine e visualizzarlo in una nuova posizione dello schermo.

PROGRAMMA ALFABETO

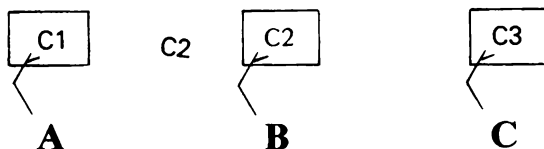
```
1 COMMENTO **INIZIALIZZAZIONE**

        768 20   JSR FC58    Cancella lo schermo
        769 58
        779 FC

        771 A0   LDY 0
        772 00

        773 A2   LDX 0       Nuova istruzione — carica il regi-
        774 00               stro X con zero

2 COMMENTO **CICLO DI CARICAMENTO E VISUALIZZAZIO-
  NE**

     ┌─► 775 BD   LDA 0314,X  Nuova istruzione — carica l'accu-
     │   776 14               mulatore da 0314+X
     │   777 03
     │
     │   778 99   STA 0400,Y
     │   779 00
     │   780 04
     │
Ciclo│   781 E8   INX         Nuova istruzione — incrementa il
     │                        registro X
     │   782 C8   INY
     │
     │   783 C0   CPY 1A      1A ESA = 26 (numero di lettere
     │   784 1A               dell'alfabeto)
     │
     │   785 D0   BNE F4      Salta se non uguale, indietro di
     │   786 F4               12 locazioni (dalla tavola, F4)
     └──────────
```

```
3 COMMENTO **RITORNO AL BASIC**
   787 60   RTS

4 COMMENTO **LISTA DEI DATI**

  788 C1     Lettera A
  789 C2     Lettera B
  790 C3     Lettera C
  791 C4        .
  792 C5        .
  793 C6        .
  794 C7        .
  795 C8        .
  796 C9        .
  797 CA        .
  798 CB        .
  799 CC        .
  800 CD        .
  801 CE        .
  802 CF        .
  803 D0        .
  804 D1        .
  805 D2        .
  806 D3        .
  807 D4        .
  808 D5        .
  809 D6        .
  810 D7        .
  811 D8        .
  812 D9     Lettera Y
  813 DA     Lettera Z
```

La parte 1 azzera i registri X e Y.
La parte 2 carica un carattere ASCII dalla memoria e lo visualizza sulla linea in alto.

L'istruzione LDA 0311,X è simile all'istruzione READ del Basic. Il codice ASCII è letto dai dati che stanno in memoria. La parte 2 è un ciclo che viene eseguito 26 volte (una per ogni lettera dell'alfabeto).

La parte 3 ritorna il controllo al sistema operativo dopo aver completato l'esecuzione.
La parte 4 fornisce i dati che devono essere letti dall'istruzione LDA 0314,X. Questa parte è usata come l'istruzione DATA del Basic.
Usate il vostro sistema operativo per caricare ed eseguire il programma, che inizia alla locazione 768 ed è lungo 46 byte. Ecco come apparirà il video dopo l'esecuzione del programma.

```
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
```

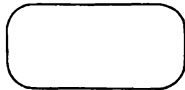
Avete visto come visualizzare informazioni sulla linea più alta dello schermo. Nel prossimo programma, userete una subroutine interna che vi permetterà di inserire caratteri dalla tastiera. Questo successivo programma visualizzerà i codici ASCII usati per rappresentare le lettere dell'alfabeto.

VISUALIZZAZIONE DI CODICI ASCII

Questo programma usa una subroutine interna (JSR FD35) per leggere un carattere che avete premuto sulla tastiera. Mette il codice ASCII di quel carattere nell'accumulatore. Un'altra subroutine (JSR FDDA) viene usata per stampare il codice ASCII del carattere che avete inserito. Il programma vi permette di inserire da tastiera tutti i 26 caratteri dell'alfabeto, prima di ritornare al sistema operativo. Nel programma ci sono spazi e ritorni del carrello, cosicché i caratteri inseriti ed i loro codici ASCII appaiano chiaramente in colonne sulla parte sinistra dello schermo. Sono 41 byte di programma.

PROGRAMMA DI VISUALIZZAZIONE DI CODICI ASCII

1 COMMENTO **CANCELLA LO SCHERMO ED INIZIALIZZA**

```
768 A2   LDX 0      Inizializza il contatore
769 00

770 20   JSR FC58   Cancella lo schermo
771 58
772 FC
```

registro X = 00000000

Cancella

2 COMMENTO **RICEVE IL CARATTERE E STAMPA**

Inizio

```
773 20   JSR FD35   Riceve il carattere
774 35
775 FD

776 8D   STA 0340   Lo salva in memoria
777 40
778 03

779 20   JSR FDED   Lo stampa
780 ED
781 FD
```

3 COMMENTO **VISUALIZZA UNO SPAZIO**

```
782 A9   LDA E0     Carica il codice ASCII dello spazio
783 E0

784 20   JSR FDED   Visualizza lo spazio. La subrouti-
785 ED              ne usa l'accumulatore per altre
786 FD              cose, così, se vogliamo un altro
                    spazio, dobbiamo:

787 A9   LDA E0     Caricare un'altro spazio
788 E0

789 20   JSR FDED   Lo visualizza
790 ED
791 FD
```

4 COMMENTO **STAMPA IL CODICE ASCII**

792 AD	LDA 0340	Carica l'accumulatore dalla memoria dove è stato salvato il carattere
793 40		
794 03		
795 20	JSR FDDA	Stampa il codice come due cifre ESA
796 DA		
797 FD		

5 COMMENTO **PASSA ALLA PROSSIMA LINEA**

798 A9	LDA 8D	Carica il codice ASCII per il ritorno del carrello
799 8D		
800 20	JSR FDED	Effettua il ritorno del cursore
801 ED		
802 FD		

6 COMMENTO **RICOMINCIA SE NON HA FINITO**

	803 E8	INX	Incrementa il contatore (registro X)
Ciclo da 773 per un nuovo tasto	804 E0	CPX 1A	Confronta il registro X con 26 (dec.)
	805 1A		
	806 D0	BNE DD	Se non uguale, salta all'indietro di 35 passi. (DD dalla tavola per determinare i passi all'indietro.)
	807 DD		

7 COMMENTO **RITORNO AL BASIC**

808 60	RTS	Ritorno da questa subroutine al sistema operativo

La parte 1 pone il registro X (contatore del numero di tasti) uguale a zero e cancella lo schermo.
La parte 2 usa la subroutine a FD35 per leggere il carattere del tasto che viene premuto. Il carattere viene quindi salvato nella memoria 0340 per un uso successivo nella parte 4. Poi la subroutine a FDED stampa il carattere sullo schermo.
La parte 3 mette due spazi tra il carattere che è stato inserito ed il codice ASCII che sarà stampato nella parte 4. Il codice ASCII per lo spazio è E0.
La parte 4 carica l'accumulatore con il carattere che era stato salvato nella memoria 0340 nella parte 2. Poi usa la subroutine a FDDA per

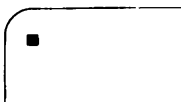
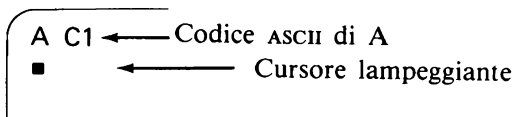
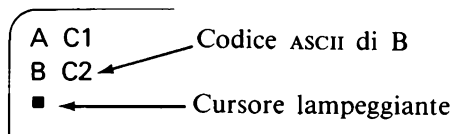
stampare il carattere come due cifre esadecimali (il codice ASCII) del carattere).
La parte 5 dà un ritorno del cursore (codice ASCII 8D) cosicché il prossimo carattere e codice appaiono su una nuova linea.
La parte 6 incrementa il contatore (registro X), confronta il suo valore con 26 (poiché ci sono 26 lettere nell'alfabeto), e, se questo non è uguale a 26, salta indietro ad aspettare la pressione di un nuovo tasto. Se invece è uguale a 26, passa alla parte 7.
La parte 7 ritorna il controllo al sistema operativo.

Per questo programma, suggeriamo di aggiungere ciò che segue al sistema operativo in Basic.

```
810 PRINT
820 INPUT "VUOI ESEGUIRLO ANCORA (SI O NO)?";A$
830 IF A$ = "SI" THEN 700
```

Questo vi permetterà di ripetere il programma con nuovi input dalla tastiera.

ESECUZIONE DEL PROGRAMMA

Quando il programma verrà eseguito, vedrete il cursore lampeggiante nell'angolo in alto a sinistra dello schermo. Questo significa che il computer è pronto per il vostro primo tasto.

Scrivete C

Continuate in questa maniera finché avete visto tutti i 26 codici dei caratteri.

```
Y D9
Z DA

VUOI ESEGUIRLO ANCORA (SI O NO)? ■
```

Se siete curiosi, potete scrivere SI e tentare alcuni caratteri non alfabetici. Ricordate che l'unico limite del programma è di lasciarvi inserire 26 caratteri prima di ritornare al sistema operativo.
Potete provare i numeri da 0 a 9, i segni d'interpunizione, lo spazio, ecc. Ecco il risultato dall'inserimento delle cifre decimali.

```
0 B0
1 B1
2 B2
3 B3
4 B4
5 B5
6 B6
7 B7
8 B8
9 B9
■
```

Potete fare una tavola dei codici ASCII di tutti i tasti che avete provato. Confrontatela con la tavola dei codici ASCII nell'Appendice A.
Vi piacerebbe vedere le lettere stampate su sfondo invertito (nero su bianco)? O anche lampeggianti, da nero su bianco a bianco su nero? Il prossimo programma vi spiegherà come farlo. Proseguite quando siete pronti.

VISUALIZZAZIONE DI PIÙ LINEE

L'ultimo programma discusso, ed il prossimo, fanno uso di una delle subroutine interne del monitor dell'Apple, che visualizza un carattere (il cui codice ASCII è contenuto nell'accumulatore) sullo schermo. Poi si sposta automaticamente alla successiva posizione di stampa di quella linea. Il codice ASCII del ritorno del cursore (8D) viene usato per passare all'inizio della prossima linea, quando desiderato.
Se volete provare più volte questo programma, ricordate di includere nel sistema operativo le linee che vi permettono di cambiare i dati. Useremo:

```
810 PRINT
820 INPUT "VUOI CAMBIARE DATI (SI O NO)?";A$
830 IF A$ = "SI" THEN 420
```

Sarà utile poter cambiare i dati perché vi mostreremo come stampare bianco su nero, nero su bianco, e lettere che lampeggiano.

PROGRAMMA DI VISUALIZZAZIONE SU PIÙ LINEE

1. COMMENTO **CANCELLA LO SCHERMO ED INIZIALIZZA**

```
768 20   JSR FC58
769 58
770 FC

771 A2   LDX 0
772 00
```

2. COMMENTO **RICEVE IL CARATTERE E STAMPA**

```
773 BD   LDA 0311,X
774 11
775 03

776 20   JSR FDED
777 ED                     Mette il carattere dell'accumulato-
778 FD                     re sullo schermo

779 E8   INX
```

```
780 E0   CPX 16        Nuova istruzione — confronta il
781 16                 valore del registro X con 16

782 D0   BNE F5        Salta indietro se non uguale
783 F5
```

3. COMMENTO **RITORNO AL BASIC**

```
784 60   RTS           RITORNO AL BASIC
```

4. COMMENTO ** LISTA DEI CODICI ASCII**

```
785 C1                 Lettera A
786 D0                 Lettera P
787 D0                 Lettera P
788 CC                 Lettera L
789 C5                 Lettera E
790 8D                 Ritorno del cursore (nuova linea)
791 C3                 Lettera C
792 CF                 Lettera O
793 CD                 Lettera M
794 D0                 Lettera P
795 D5                 Lettera U
796 D4                 Lettera T
797 C5                 Lettera E
798 D2                 Lettera R
799 8D                 Ritorno del cursore (nuova linea)
800 C4                 Lettera D
801 C9                 Lettera I
802 D3                 Lettera S
803 D0                 Lettera P
804 CC                 Lettera L
805 C1                 Lettera A
806 D9                 Lettera Y
```

La parte 1 azzera il registro X e cancella lo schermo.
La parte 2 carica un codice ASCII dalla memoria (indicizzata da X) ed usa la subroutine interna per visualizzarlo sullo schermo. Questa parte è un ciclo. Ogni volta che viene percorso, il registro X è incrementato, cosicché può essere caricato dalla memoria il prossimo codice ASCII. Il valore del registro X viene confrontato con 16 esadecimale (22 decimale) poiché ci sono 22 caratteri nella lista dei dati. Se X non è uguale a 22, viene effettuato un salto all'inizio del ciclo (locazione 773). La parte 4 è la lista dei dati usati dal ciclo.

Ancora una volta, usate il sistema operativo per caricare ed eseguire il programma, che inizia alla locazione 768 ed è lungo 39 byte. Abbiamo risparmiato alcune linee usando la subroutine interna per visualizzare i dati. Quando l'esecuzione sarà terminata, il video mostrerà:

```
APPLE
COMPUTER
DISPLAY

VUOI CAMBIARE DATI (SI O NO)?■
```

Questo programma è simile al programma Alfabeto. Tuttavia, i ritorni del carrello nella lista dei dati permettono di usare più di una linea del video.

Finora, abbiamo sempre utilizzato lettere bianche su sfondo nero. In realtà, il vostro computer visualizza lettere colorate debolmente su sfondo scuro. I libri però sono solitamente stampati con lettere nere su pagine bianche. Beh, non possiamo essere tutti perfetti. La versatilità di un computer è sorprendente. Proseguite la lettura e vedrete. Il calcolatore Apple ha la possibilità di invertire il colore di un testo, cosicché lo sfondo di una singola lettera sia bianco, e quest'ultima nera. Questo è detto *schermo invertito*. Per ottenere l'effetto d'inversione, cambiate il codice ASCII normale come nei seguenti esempi:

a. Codice ASCII della lettera A = C1
In binario: $\underbrace{1\ 1\ 0\ 0}_{C}\ \underbrace{0\ 0\ 0\ 1}_{1}$

Codice inverso della lettera A = 01
In binario: $\underbrace{0\ 0\ 0\ 0}_{0}\ \underbrace{0\ 0\ 0\ 1}_{1}$

b. Codice ASCII della lettera P = D0
In binario: $\underbrace{1\ 1\ 0\ 1}_{D}\ \underbrace{0\ 0\ 0\ 0}_{0}$

Codice inverso della lettera P = 10
In binario: $\underbrace{0\ 0\ 0\ 1}_{1}\ \underbrace{0\ 0\ 0\ 0}_{0}$

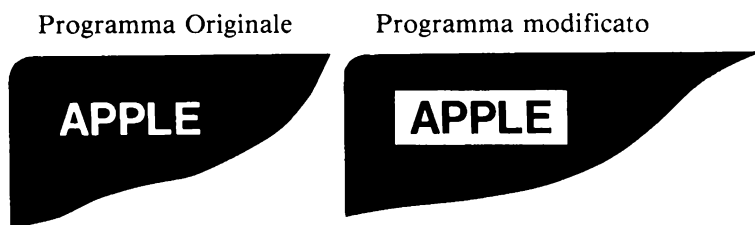
Per ottenere l'inversione del carattere, si devono togliere i due bit più significativi (quelli nelle due posizioni più a sinistra).

da		da	
[1 1] 0 0 0 0 0 1	C1	[1 1] 0 1 0 0 0 0	D0
a		a	
0 0 0 0 0 0 0 1	01	0 0 0 1 0 0 0 0	10

Come esempio di questa caratteristica, fate le seguenti modifiche al Programma di visualizzazione su più linee.

785 01	A invertita
786 10	P invertita
787 10	P invertita
788 0C	L invertita
789 05	E invertita

Ora, quando eseguite il programma modificato, vedrete questa differenza sul video.

Programma Originale Programma modificato

Un'altra modifica al codice ASCII del carattere da visualizzare, lo fa lampeggiare. Come esempio, cambiate i codici ASCII della parola DISPLAY

800 44	D lampeggiante
801 49	I lampeggiante
802 53	S lampeggiante
803 50	P lampeggiante
804 4C	L lampeggiante
805 41	A lampeggiante
806 59	Y lampeggiante

Osservate ancora una volta le tre possibili versioni della lettera A.

A normale	= C1	1100 0001 in binario	
A invertita	= 01	0000 0001 in binario	(le 2 cifre a sinistra = 0)
A lamp.	= 41	0100 0001 in binario	(cifra a sinistra = 0)

Usate il sistema operativo per fare le modifiche in memoria alle locazioni da 800 a 806. Ora, quando eseguirete il programma, la parola DI-

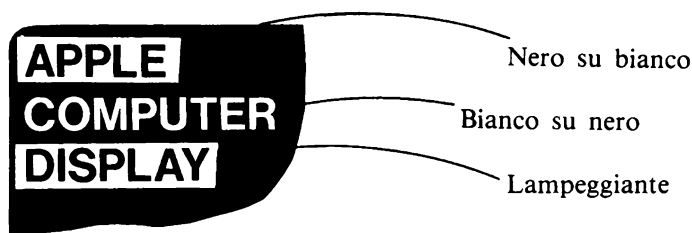
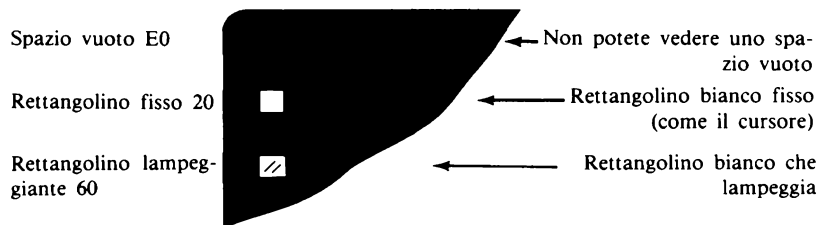
SPLAY lampeggerà — prima invertita, poi normale, poi invertita, poi normale, ecc.

Potete cambiare il messaggio visualizzato da questo programma usando una qualsiasi lettera della seguente tavola, alle locazioni che partono da 800. Potete allungare o accorciare il messaggio cambiando il valore nella locazione 781 in accordo con il numero di caratteri usati.

TAVOLA DEI CODICI DELL'ALFABETO

NORMALE	*INVERTITA*	*LAMPEGGIANTE*	*LETTERA*
C1	01	41	A
C2	02	42	B
C3	03	43	C
C4	04	44	D
C5	05	45	E
C6	06	46	F
C7	07	47	G
C8	08	48	H
C9	09	49	I
CA	0A	4A	J
CB	0B	4B	K
CC	0C	4C	L
CD	0D	4D	M
CE	0E	4E	N
CF	0F	4F	O
D0	10	50	P
D1	11	51	Q
D2	12	52	R
D3	13	53	S
D4	14	54	T
D5	15	55	U
D6	16	56	V
D7	17	57	W
D8	18	58	X
D9	19	59	Y
DA	1A	5A	Z

Altri codici che potete provare sono:

Divertitevi un po' a provare questo programma prima di passare al prossimo che vi permetterà di scrivere informazioni sullo schermo man mano che le inserite dalla tastiera. Scommetto che avreste sempre voluto vedere il vostro nome lampeggiante. Questa è la vostra occasione!
L'ultimo programma di questo capitolo è uno dei più facili visti finora, ma è uno dei più potenti. Vi permette di riempire lo schermo delle frasi inserite dalla tastiera. Potete usare spazi, la punteggiatura, il tasto return, numeri, lettere, ecc. Sono state usate tre nuove istruzioni.
Dopo aver letto un tasto premuto sulla tastiera, viene usata l'istruzione CMP (*CoMPare*, confronta) per confrontare il valore preso dalla tastiera (il cui codice ASCII, dopo la pressione del tasto, si trova nell'accumulatore) con il valore AF (il codice per la barra, /). Se il tasto è stato la barra, la prossima istruzione, BEQ (*Branch if EQual*, salta se uguale) causerà un salto alla fine della subroutine. Perciò, quando siete stufo, inserite la barra. Questo è simile all'istruzione del Basic:

Un'istruzione JPM (salto incondizionato) segue la subroutine di stampa. JMP fa tornare indietro il calcolatore per un altro carattere, ed è simile all'istruzione Basic:

```
781 GOTO 771
```

PROGRAMMA PER LA VISUALIZZAZIONE DI UN MESSAGGIO QUALSIASI

```
1 COMMENTO **CANCELLA LO SCHERMO**
```

```
768 20   JSR FC58
769 58
770 FC
```

2 COMMENTO **CICLO CHE RICEVE E STAMPA IL CA-
RATTERE**

```
┌► 771 20   JSR FD35    Riceve un carattere
│  772 35
│  773 FD
│
│  774 C9   CMP AF      Confronta l'accumulatore con AF
│  775 AF
│
│  776 F0   BEQ 06      Se uguale, salta 6 passi; uscita
│  777 06               dal ciclo
│
│  778 20   JSR FDED    Stampa il carattere
│  779 ED
│  780 FD
│
│  781 4C   JMP 0303    Torna indietro per un altro carat-
│  782 03               tere (0303 ESA = 771 decimale)
│  783 03
└──────────
```

3 COMMENTO **RITORNO AL BASIC**

```
784 60   RTS         Ritorno al sistema operativo
```

Nella parte 2 del programma abbiamo usato tre nuove istruzioni. L'istruzione CMP è simile a CPX e CPY. Viene usato il modo immediato per confrontare il valore dell'accumulatore con quello che segue l'istruzione. L'istruzione BEQ che segue CMP causa un salto se i due valori sono uguali. Se il salto è effettuato, si passa all'istruzione RTS, sei passi più avanti (rispetto all'attuale posizione del contatore, 778). Se non viene fatto il salto, l'istruzione JSR FDED stampa il carattere e sposta il cursore in avanti di un posto.
Alla fine della parte 2 abbiamo la terza istruzione nuova JMP. Questo è un salto incondizionato. Il programma, se questa istruzione è eseguita, effettua sempre il salto. Essa lavora come l'istruzione GOTO del Basic. Il programma consta di soli 17 byte, ma vi permette di scrivere tutto il giorno sullo schermo. Quando questo è pieno, si sposta semplicemente in su per far posto per altri caratteri. Quando volete fermare il programma, inserite il simbolo della barra. Questo vi farà uscire dal ciclo e ritornare al sistema operativo. Naturalmente, se volete usare la barra mentre

state scrivendo, siete sfortunato. Questo programma usa la barra per terminare le sue operazioni.
Non possiamo mostrarvi come appare lo schermo mentre state dando dei comandi. Ecco visualizzerà ogni cosa voi scriviate.

SOMMARIO

In questo capitolo avete trovato delle altre utili subroutine interne per visualizzare caratteri e per leggerli dalla tastiera. Quindi siete ora in grado di usare programmi in linguaggio macchina per visualizzare sia grafici che testi. Avete imparato quali sono le locazioni assegnate al video, e ad usare i codici ASCII.
Avete utilizzato tutte le istruzioni introdotte nei precedenti capitoli, come pure parecchie altre nuove. Ecco un sommario delle istruzioni introdotte in questo capitolo:

1. LDX (*LoaD X register*, carica il registro X), usata nel modo immediato come un contatore, esattamente come LDY è stata usata con il registro Y.

   Esempio A2 codice operativo
   00 dato caricato nel registro X
2. INY (*INcrement register Y*, incrementa il registro Y), usata per incrementare di uno il valore contenuto nel registro Y. Modo implicito.

   Esempio C8 codice operativo
3. INX (*INcrement register X*, incrementa il registro X), usata per incrementare di uno il contenuto del registro X. Modo implicito.

   Esempio E8 codice operativo
4. CPY (*ComPare Y register*, confronta il registro Y), usata per confrontare il contenuto del registro Y con il numero dato. È stata usata in modo immediato.

   Esempio C0 codice operativo
   1A dato con cui viene confrontato il valore contenuto nel registro Y.
5. CPX (*ComPare X register*, confronta il registro X), usata per confrontare il valore contenuto nel registro X con il numero dato. È stata usata in modo immediato.

   Esempio E0 codice operativo
   06 dato con cui viene confrontato il valore contenuto nel registro X
6. BNE (*Branch if Not Equal*, salta se non uguale), usata dopo un'istruzione di confronto per dire dove si trova la prossima istru-

zione da eseguire se il risultato del confronto non è uguale a zero. È un'istruzione in modo relativo includente un dato che dice al computer dove posizionare il contatore di programma relativamente alla presente posizione.

Esempio D0 codice operativo
F5 dato che dice di quanto spostare il contatore di programma (−11 in questo esempio)

7. STA (*STore Accumulator*, memorizza l'accumulatore), usata nel modo assoluto indicizzato. Memorizza il valore dell'accumulatore nella memoria assegnata dalla locazione assoluta data più il valore contenuto nel registro Y.

   Esempio 99 codice operativo
   00 byte meno significativo della locazione assoluta
   04 byte più significativo della locazione assoluta

8. LDA (*LoaD Accumulator*, carica l'accumulatore), usata nel modo assoluto indicizzato questa volta. Carica l'accumulatore con il dato contenuto nella locazione di memoria data dall'indirizzo assoluto più il valore contenuto nel registro X.

   Esempio BD codice operativo
   14 byte meno significativo della locazione assoluta
   03 byte più significativo della locazione assoluta

9. CMP (*CoMPare accumulator*, confronta l'accumulatore), usata nel modo immediato per confrontare il valore contenuto nell'accumulatore con un dato numero.

   Esempio C0 codice operativo
   AF dato con cui viene confrontato il valore contenuto nell'accumulatore

10. BEQ (*Branch if EQual*, salta se uguale), usata in modo relativo dopo un'istruzione di confronto. Causa un salto se i valori confrontati sono uguali. Il dato che segue l'istruzione dice di quanto, e in che direzione, saltare.

    Esempio F0 codice operativo
    06 dato che dice dove saltare (in questo esempio, 6 locazioni in avanti)

11. JMP (*JuMP*, salta), usata in modo assoluto per causare un salto incondizionato alla locazione di memoria specificata.

    Esempio 4C codice operativo
    03 byte meno significativo dell'indirizzo della destinazione
    03 byte più significativo dell'indirizzo della destinazione

TAVOLA DELLE SUBROUTINE FINORA USATE

Funzione	Locazione di memoria
Cancella lo schermo	FC58
Abilita il modo grafico	FB40
Disegna un punto	F800
Disegna una linea orizzontale	F819
Disegna una linea verticale	F828
Riceve un carattere	FD35
Stampa il carattere nell'accumulatore	FDED
Stampa il valore nell'accumulatore come due cifre esa	FDDA

TAVOLA DELLE ISTRUZIONI DEL LINGUAGGIO MACCHINA FINORA USATE

Codice mnemonico	*Modo di indirizzamento*	*Codice op.*	*Byte usati*	*Funzione*
ASL	Accumulatore	0A	1	Sposta i bit a sinistra
BEQ	Relativo	F0	2	Salta se uguale
BNE	Relativo	D0	2	Salta se non = 0
CMP	Immediato	C9	2	Confronta l'accumulatore
CPX	Immediato	E0	2	Confronta il reg. X con il valore
CPY	Immediato	C0	2	Confronta il reg. X con il valore
INX	Implicito	E8	1	Incrementa il registro X
INY	Implicito	C8	1	Incrementa il registro Y
JMP	Assoluto	4C	3	Salta
JSR	Assoluto	20	3	Salta alla subroutine
LDA	Immediato	A9	2	Carica l'accumulatore
LDA	Assoluto indicizzato	BD	3	Carica l'accumulatore
LDX	Immmediato	A2	2	Carica il registro X
LDY	Immediato	A0	2	Carica il registro Y
RTS	Implicito	60	1	Ritorno alla subroutine
STA	Pagina zero	85	2	Memorizza l'accumulatore
STA	Assoluto	8D	3	Memorizza l'accumulatore
STA	Assoluto indicizzato	99	3	Memorizza l'accumulatore

Avete fatto molte cose in questo capitolo. Ora potete visualizzare sia grafici che testi sullo schermo. Nel prossimo capitolo vedremo se è possibile animare l'Apple con dei suoni.

ESERCIZI

1. L'istruzione in modo assoluto STA 0400 memorizza il valore contenuto nell'accumulatore nella locazione di memoria 0400. Descrivete che cosa fa l'istruzione in modo assoluto indicizzato STA 0400,Y. ___

___

2. Quanti caratteri si possono visualizzare su una linea del video dell'Apple? ___ (valore decimale)

3. Se il valore del registro Y è attualmente 26 (esadecimale), e viene eseguita la seguente parte di un programma in linguaggio macchina, che istruzione sarà eseguita dopo la BNE?

```
778 C8    INY
779 C0    CPY 28
780 28
781 D0    BNE FB
782 FB
783 60    RTS
```

___

4. Se il valore in Y è 27 (esadecimale) e viene eseguita ancora la parte di programma mostrata nell'Esercizio 3, che istruzione sarà eseguita dopo la BNE? ___

5. Se il codice ASCII della lettera A è C1, qual è il codice ASCII della lettera G? ___

6. Supponiamo che l'accumulatore contenga il codice ASCII della lettera A. Se venisse eseguita la subroutine interna a FDED, sarebbe visualizzata una A sullo schermo. Se invece fosse eseguita la subroutine interna a FDDA, con lo stesso valore nell'accumulatore, cosa apparirebbe sullo schermo?

7. Il codice ASCII per la visualizzazione normale, bianco su nero, della lettera C è C3 esadecimale (11000011 binario). Il codice per la lettera C invertita (nero su bianco) sarà:
   a. ___ ESA oppure ___ binario.

Il codice per una C lampeggiante sarà:
b. ________________ ESA oppure ________________ binario.

8. Spiegare che cosa succederà quando saranno eseguite le seguenti istruzioni.
   a. E0 CPX 06
      06

      ____

      ____

   b. C0 CPY 1A
      1A

      ____

      ____

   c. C9 CMP AF
      AF

      ____

      ____

RISPOSTE AGLI ESERCIZI

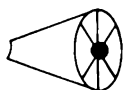
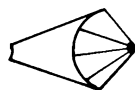
1. Memorizza il valore contenuto nell'accumulatore nella locazione 0400+il contenuto del registro Y. (Se Y = 5, la locazione sarà la 0400+5 = 0405).
2. 40
3. 778 C8 INY (FB = −5 contando da 783)
4. 783 60 RTS (Y = 27+1 = 28. Perciò la BNE non viene eseguita)
5. C7
6. C1 (il codice ASCII di A)
7. a. 03 ESA = 00000011 binario
   b. 43 ESA o 01000011 binario
8. a. Il valore del registro X viene confrontato con 06.
   b. Il valore del registro Y viene confrontato con 1A ESA.
   c. Il valore contenuto nell'accumulatore viene confrontato con AF ESA.

CAPITOLO SEI

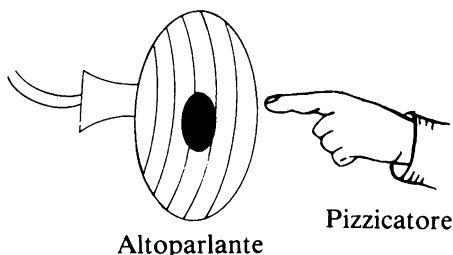
Il suono dell'Apple

SOB

Nel Cap. 4 avete imparato come disegnare punti e linee. In questo capitolo esploreremo una caratteristica dell'Apple che stimola un altro dei vostri sensi.

All'interno dell'Apple c'è un altoparlante che potete "pizzicare" o "strimpellare" in accordo col vostro stato d'animo. Un programma può controllare l'altoparlante, cosicché possa emettere vari suoni. Il cono di carta dell'altoparlante può essere in due posizioni, in dentro o in fuori.

Cono in dentro

Cono in fuori

Vista esagerata del cono dell'altoparlante

Ogni volta che un programma fa riferimento alla locazione di memoria C030 (esadecimale), l'altoparlante cambia da dentro a fuori o viceversa. Questo cambiamento gli fa emettere un clic udibile. Facendo riferimento frequentemente all'indirizzo C030 (chiameremo questa operazione "pizzicare" l'altoparlante) viene prodotta una nota. Se pizzicate a differenti frequenze, saranno prodotti toni differenti. Potete anche controllare la durata della pizzicata per produrre note di varia lunghezza.

Con un po' di pazienza, sarete in grado di produrre una scala musicale che potrete usare per suonare una melodia. Se lo vorrete, potrete disegnare dei grafici sullo schermo ed accompagnarli con musica di vostra creazione.
Ma prima, diamo un'occhiata alle capacità acustiche dell'Apple con un semplice programma che produce una nota. Viene fatta un'aggiunta al sistema operativo per permettervi di scegliere la tonalità del suono che sarà emesso. Dopo la scelta del tono, viene richiamato il programma in linguaggio macchina che suona la nota. Poi il controllo è ritornato al sistema operativo, cosicché possiate scegliere una nuova nota. Questo processo continuerà finché non deciderete di smettere.

PROGRAMMA SPERIMENTALE CON LE NOTE

1 COMMENTO **INIZIALIZZA E CANCELLA LO SCHERMO**

```
768 A9   LDA C8      Fissa la durata della nota
769 C8

770 85   STA 0001    La memorizza in una speciale loca-
771 01               zione

772 20   JSR FC58    Cancella lo schermo
773 58
774 FC
```

2 COMMENTO **PIZZICA L'ALTOPARLANTE**

```
* 775 AD LDA C030    Carica l'accumulatore dalla memoria
  776 30             C030; questo riferimento a C030
  777 C0             pizzica l'altoparlante

* 778 88 DEY         Decrementa il registro Y
```

	779 D0 780 04	BNE 04	Salta di +4 (se non uguale a zero a 785)
*	781 C6 782 01	DEC 0001	Decrementa la locazione di memoria 00001
	783 F0 784 08	BEQ 08	Salta di +8 (se uguale a zero) a 793
*	785 CA	DEX C8	Decrementa il registro X
	786 D0 787 F6	BNE F6	Salta di −10 (se non uguale a zero) a 778
*	788 A6 789 00	LDX 0000	Carica il registro X dalla memoria 0000
	790 4C 791 07 792 03	JMP 0307	Salta indietro a 0307 ESA (775 decimale)

3 COMMENTO **RITORNO AL BASIC**

793 60	RTS	Ritorna al sistema operativo

*Nuove istruzioni o subroutine.

MODIFICHE AL SISTEMA OPERATIVO IN BASIC

Il programma sperimentale con le note richiede l'aggiunta di alcune linee al sistema operativo (Cap. 2) per scegliere la tonalità delle note da suonare. Includeremo anche un'istruzione che ci permetterà di decidere quando fermare il programma. Le linee da aggiungere sono:

```
720 INPUT "NOTA(1-255 O 0 PER FINIRE)?";P

730 IF P = 0 THEN 900

740 POKE 0,P

810 GOTO 720
```

Inserite 1-255 per l'intensità, oppure uno zero (0) per smettere

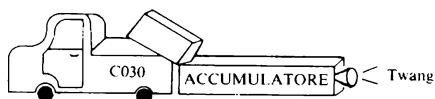
Queste linee devono essere inserite nella parte del sistema operativo che esegue i programmi in linguaggio macchina, come mostrato. Notate che le linee 720, 730 e 740 sono inserite *prima* della chiamata alla subroutine S, alla linea 800 del sistema operativo. La linea 810 verrà eseguita dopo il ritorno dalla subroutine cosicché possa essere scelta un'altra tonalità.

```
           700 REM * ESEGUE IL PROGRAMMA IN LINGUAGGIO MACCHINA*
           710 PRINT "PREMI UN TASTO QUALSIASI PER PARTIRE": GET A$
aggiunte   720 INPUT "NOTA (1-255 O 0 PER FINIRE)?";P
           730 IF P = 0 THEN 900
           740 POKE 0,P
           .
           .
           .
           800 CALL S
aggiunte   810 GOTO 720
           .
           .
           .
           900 END
```

La linea 720 permette di inserire la nota desiderata. Il valore che inserirete deve essere compreso tra 1 e 255, come indicato dall'avviso nell'istruzione di input 720. Se inserirete uno zero (0), la linea 730 causerà un salto a 900, dove il programma si fermerà.

DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA

La parte 1 carica il valore esadecimale C8 (200 decimale) nella locazione 0001 usando l'istruzione di memorizzazione in pagina zero. Questo valore è usato per controllare la durata delle note. In questa parte viene anche cancellato lo schermo, per evitare distrazioni visive.
La parte 2 è un ciclo che pizzica l'altoparlante. Esso usa i registri X e Y per controllare il numero di volte che verrà pizzicato l'altoparlante nel periodo in cui dura la nota.
In questa parte appaiono parecchie nuove istruzioni.

a 775	AD 30 C0	LDA C030	Carica l'accumulatore dalla locazione di memoria C030 causando una pizzicata dell'altoparlante. Un'istruzione in modo assoluto.

a 778	88	DEY	Un'istruzione in modo implicito che decrementa il valore nel registro Y di 1.

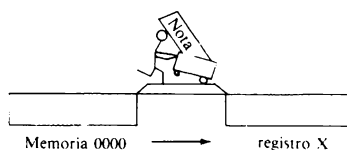
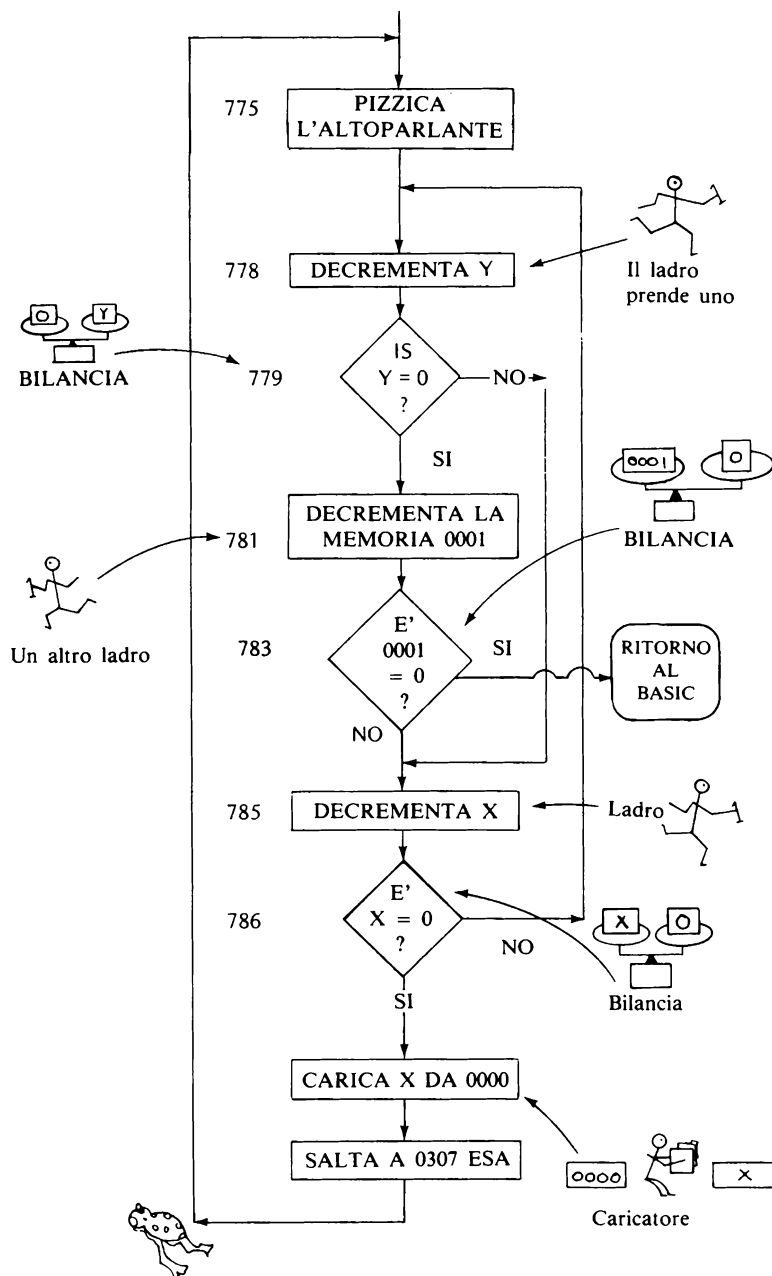
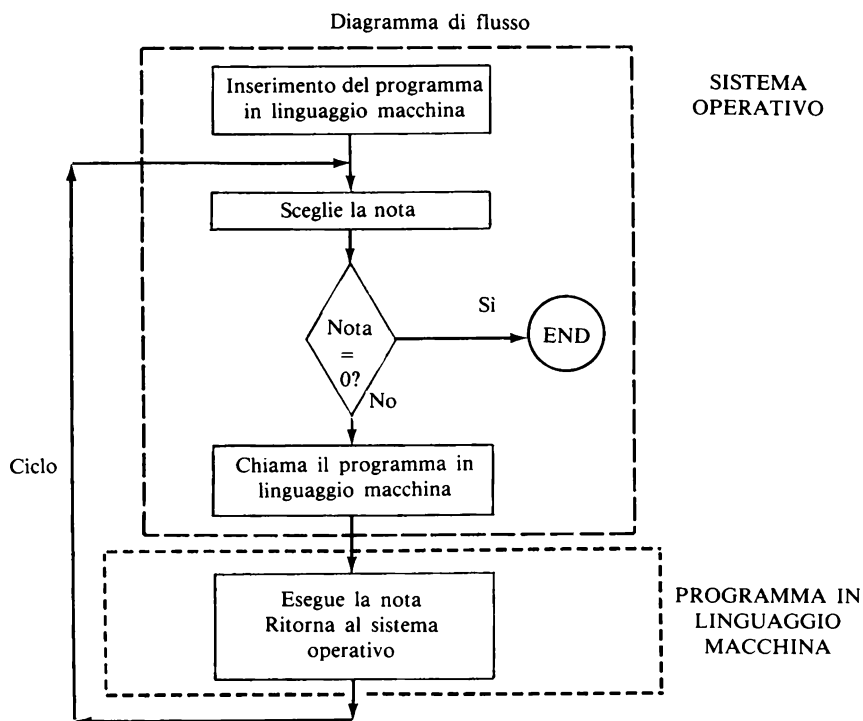
Y = Y−1 in Basic

a 781	C6 01	DEC 0001	Un'istruzione di pagina zero che decrementa il valore della locazione di memoria 0001 di 1.

MEM = MEM−1 in Basic

785	CA	DEX	Un'istruzione in modo implicito che decrementa di 1 il contenuto del registro X.

X = X−1 in Basic

a 788	A6 00	LDX 0000	Un'istruzione di pagina zero che carica il registro X dalla locazione di memoria 0000 (intensità).

La parte 2 consiste di parecchi valori usati come contatori per determinare con quale frequenza, e quanto a lungo, deve essere pizzicato l'altoparlante. Se questa parte non vi è del tutto chiara, non preoccupatevi — funziona. Ecco un diagramma di flusso che mostra le operazioni della parte 2.

La parte 3 ritorna il controllo al sistema operativo permettendovi di scegliere una nuova nota.
Così abbiamo creato un ciclo dal sistema operativo al programma in linguaggio macchina e di nuovo al sistema operativo.

Studiando il diagramma di flusso, potete rendervi conto dell'utilità di un programma in linguaggio macchina usato come subroutine di un programma in Basic. Sebbene per voi possa essere più facile programmare in Basic, può capitare che certe parti di un programma richiedano un'esecuzione molto veloce. Il computer può eseguire un programma in linguaggio macchina molto più in fretta che in Basic (poiché il Basic deve essere interpretato). Perciò una subroutine in linguaggio macchina può essere usata per eseguire quella parte di programma che deve essere fatta velocemente. Poi si ritorna al Basic per eseguire il resto del programma, che non richiede una tale velocità.

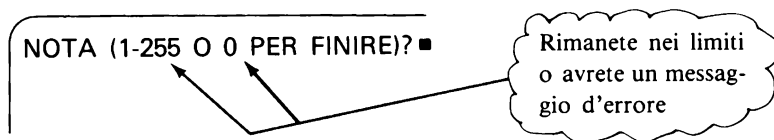
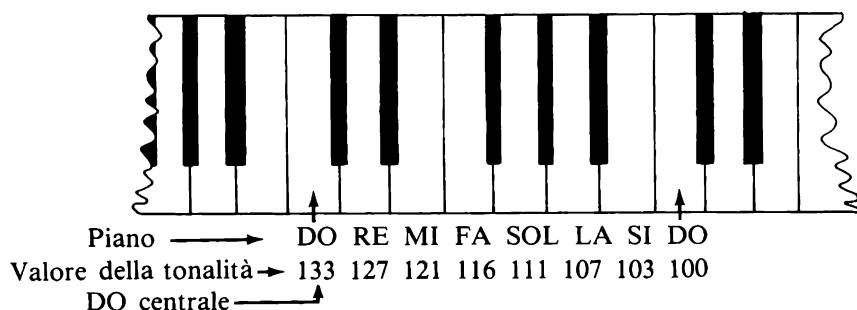
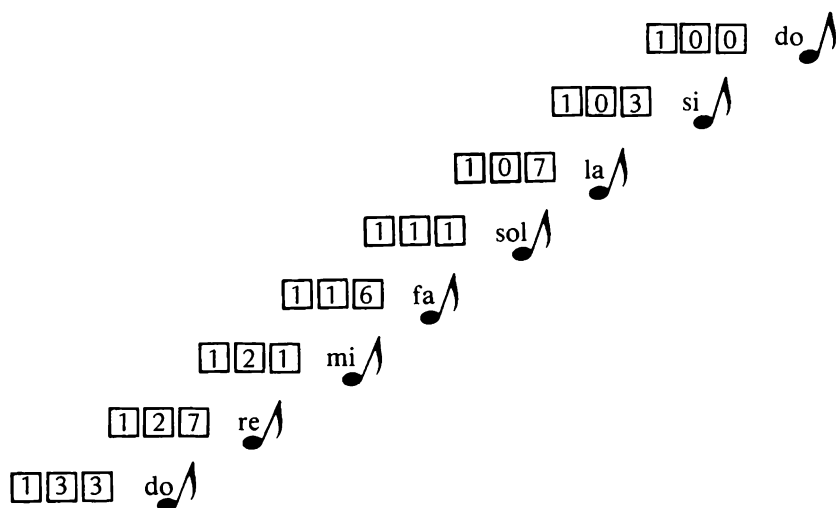
ESECUZIONE DEL PROGRAMMA

Dopo aver modificato il sistema operativo aggiungendo le linee 720, 730, 740 e 810 come suggerito, inserite il programma in linguaggio macchina. Esso inizia alla locazione 768 ed è lungo 26 byte. Quando sarà stato inserito e controllato, vedrete il solito messaggio:

```
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?■
```

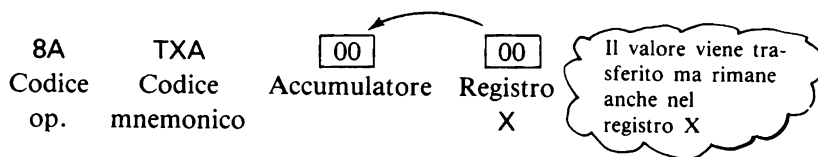
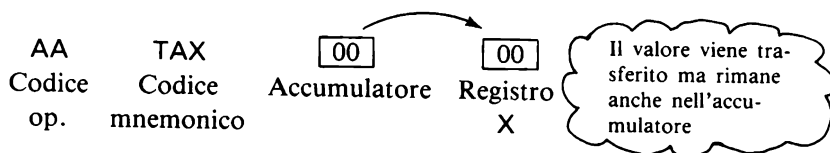
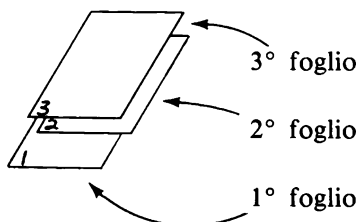
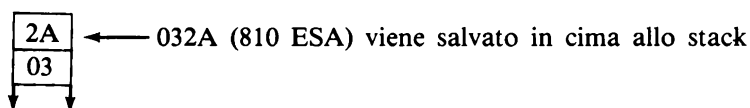
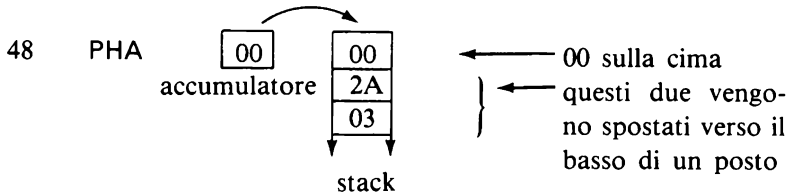
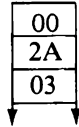
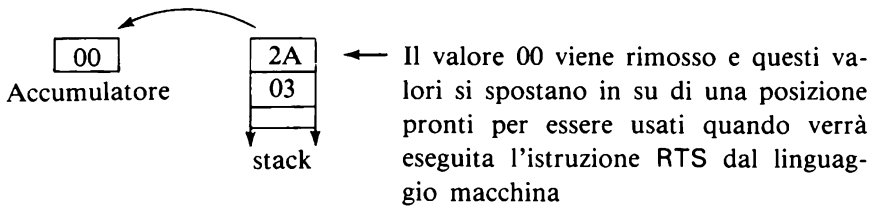
Dopo aver inserito 99 richiederà la nota

```
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?99
NOTA (1-255 O 0 PER FINIRE)?■
```

Inserite un valore che stia nell'intervallo richiesto (1-255) e premete il tasto RETURN. Lo schermo si azzererà, verrà suonata la nota, e vi sarà richiesta un'altra nota.

Provate l'intervallo completo della note, da molto basso (255) a molto alto (1). Non usate 0 a meno che non vogliate smettere l'esperimento. Probabilmente vorrete vedere se riuscite a costruire una scala musicale. Questo è molto facile se avete un pianoforte o un altro strumento a portata di mano. Se non avete molto orecchio per la musica, non preoccupatevi. Provate comunque. Non diciamo di essere degli esperti in campo musicale, ma non possiamo resistere alla tentazione di costruire una scala musicale.
Il nostro piano è in soggiorno ed il nostro Apple nello studio. Perciò abbiamo usato un registratore per avere le note di un'ottava del piano. Poi abbiamo portato il registratore nello studio ed abbiamo riascoltato il pezzo per costruire la scala.

Provate ad inserire questi valori in veloce successione per sentire come vi sembrano. Useremo questi valori (ed altri) nei futuri programmi. Se alcune note non vi suonano bene, fate le modifiche necessarie ai valori interessati. Poi suonate la scala in su e in giù. Fate parecchia pratica in modo da essere pronti per la musica che ora faremo.

Dopo aver fatto pratica sulla scala, potete rilassarvi con il prossimo programma, che suona la scala per voi. Viene usato un ciclo per suonare tutte le otto note di un'ottava. Poi il controllo viene restituito al sistema operativo.

Vengono introdotte parecchie nuove istruzioni utili.

Due di queste nuove istruzioni sono usate per trasferire i dati avanti e indietro tra il registro X e l'accumulatore.

TXA è usata per trasferire il valore contenuto nel registro X nell'accumulatore. È un'istruzione di un byte in modo implicito. Il suo codice operativo è 8A.

TAX è usata per trasferire dati in direzione opposta, dall'accumulatore al registro X. Anche essa è un'istruzione di un byte. Il suo codice operativo è AA.

Le altre due istruzioni implicano l'uso di una parte speciale della memoria chiamata *stack*. Potete pensare allo stack come una pila di fogli di carta. Voi aumentate la pila aggiungendo un foglio in cima, e, allo stesso tempo, la diminuite togliendone uno, sempre dalla cima.

Nel disegno qui sopra, il terzo foglio deve essere rimosso prima del secondo. Il secondo va rimosso prima del primo.
Per mettere un valore sullo stack, viene usata l'istruzione PHA (*PusH Accumulator on stack*, mette l'accumulatore sullo stack). Il suo codice operativo è 48.
L'istruzione CALL del sistema operativo fa sì che, automaticamente, l'indirizzo corretto per il ritorno dalla subroutine in linguaggio macchina venga messo sullo stack.

Se l'accumulatore contiene il valore zero e viene eseguita l'istruzione PHA, il valore zero sarà messo in cima allo stack, mentre gli altri due valori saranno spostati di un posto verso il basso.

Per togliere un valore dallo stack, viene usata l'istruzione PLA (*PulL off stack to Accumulator*, togli dallo stack e metti nell'accumulatore). Il suo codice operativo è 68. Supponiamo che lo stack contenga i valori:

Poi viene eseguita l'istruzione PLA:

PROGRAMMA SCALA AUTOMATICA

1 COMMENTO **CANCELLA LO SCHERMO ED INIZIALIZZA**

```
768 20   JSR FC58     Cancella lo schermo
769 58
770 FC

771 A9   LDA C8       Fissa la durata
772 C8

773 85   STA 0001
774 01
```

```
775 A2    LDX 00        Azzera il contatore
776 00
```

La prima parte del programma cancella lo schermo.

Schermo cancellato

La durata di C8 (190 decimale) viene caricata nell'accumulatore e da qui memorizzata nella locazione 0001. Sarà usata nel ciclo suona-note della parte 3.

0001 | C8 |

Il registro X, che viene usato come indice nell'istruzione LDA nella seconda parte, è azzerato.

X | 00 |

Tutte le istruzioni usate in questa parte vi sono molto familiari.

2 COMMENTO **CARICA LA NOTA**

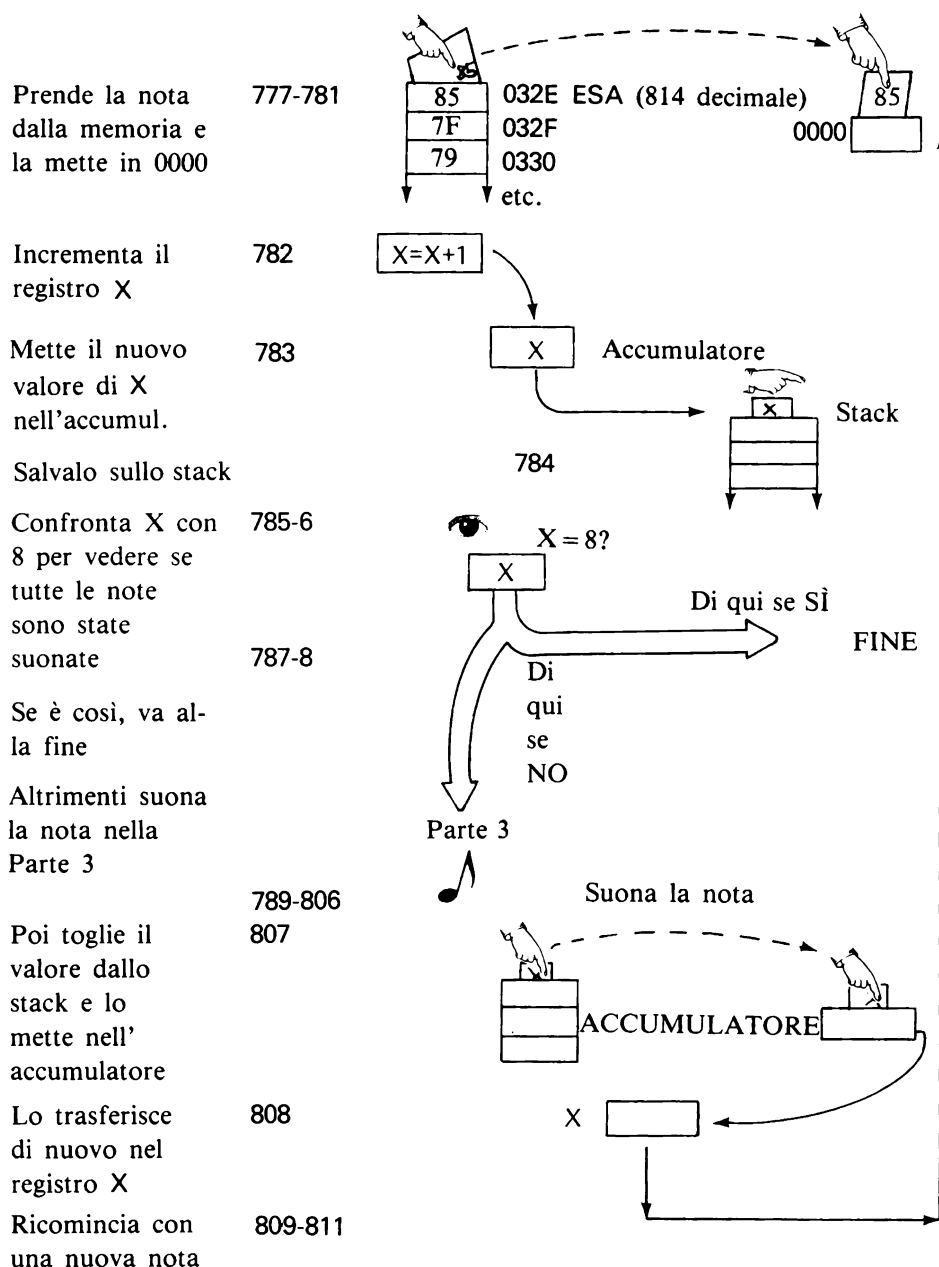
```
  777 BD   LDA 032E,X   Caricamento assoluto indicizzato, il regi-
  778 2E                stro X è usato come indice
  779 03

  780 85   STA 0000     Mette nella memoria 0000
  781 00

  782 E8   INX          Si prepara per la prossima volta

 *783 8A   TXA          Trasferisce il contenuto del registro X
                        nell'accumulatore.)

 *784 48   PHA          La salva sullo stack
  785 E0   CPX 08       Controlla se tutte le note sono state
  786 08                suonate

  787 F0   BEQ 17       (se è così) salta alla fine
  788 17
```

3 COMMENTO **SUONA LA NOTA**

```
  789 AD   LDA C030     Pizzica l'altoparlante
  790 30
  791 C0                Lo stesso ciclo dell'ultimo programma.
                        Questo ciclo è nidificato all'interno del
  792 88   DEY          ciclo che prende una nuova nota.

  793 D0   BNE 04
  794 04

  795 C6   DEC 0001
  796 01

  797 F0   BEQ 08
  798 08

  799 CA   DEX

  800 D0   BNE F6
  801 F6

  802 A6   LDX 0000
  803 00

  804 4C   JMP 0315
  805 15
  806 03

 *807 68   PLA          Toglie il valore salvato dallo stack

 *808 AA   TAX          Lo trasferisce nel registro X

  809 4C   JMP 0309     Ricomincia con una nuova nota
  810 09
  811 03
```

Ciclo nuova nota (777–811)

Ciclo nota (789–806)

COME LAVORANO LE PARTI 2 E 3

Quando sarà stata suonata l'ultima nota, verrà effettuato un salto alla parte 4. Il vecchio valore di X verrà tolto dallo stack cosicché il corretto

indirizzo di ritorno sia disponibile in cima allo stack. Se non togliessimo il vecchio valore del registro X dallo stack, il computer penserebbe che *quel numero* fa parte dell'indirizzo a cui deve ritornare.
L'istruzione RTS a 813 riporta il calcolatore al sistema operativo.
La parte 5 contiene i dati usati per le note.

4. COMMENTO **RITORNO AL BASIC**

```
812 68    PLA         Toglie il valore dallo stack

813 60    RTS
```

5. COMMENTO **LISTA DEI DATI**

```
814 85
815 7F                Scala musicale in ESA
816 79
817 74
818 6F
819 6B
820 67
821 64
```

Proprio come in Basic, una lista di dati non viene eseguita. La lista fornisce i valori utilizzati nella parte 2 dall'istruzione LDA alla locazione 777.
Inserite il programma come al solito, con il sistema operativo. Il programma inizia alla locazione di memoria 768 ed è lungo 54 byte. Controllate se ci sono errori. Quando tutto è pronto, eseguitelo. Sebbene non vediate nulla sullo schermo, verrà suonata un'ottava di note, dalla nota più bassa alla più alta. Poi il computer ritornerà ubbidiente al sistema operativo. Se volete ripetere la scala scrivete:

GOTO 700 e premete il tasto RETURN.

Il video mostrerà:

Quando premete un tasto, l'ottava sarà ripetuta.

Potreste aggiungere altri dati alla parte 5 in modo che le note siano suonate prima in su e poi in giù lungo la scala. Dovreste anche cambiare il valore a 786 nel programma per dare il numero totale di note nella nuova lista di dati. Questo chiude il capitolo. Nel prossimo, assieme ai suoni faremo dei grafici, ed impareremo a suonare alcune note direttamente dalla tastiera.

SOMMARIO

In questo capitolo, alle nostre capacità di programmazione, sono state aggiunte sette nuove istruzioni del linguaggio macchina ed una nuova subroutine interna. L'uso dei suoni ha aggiunto una nuova dimensione alle vostre possibilità di programmatori. Ora potete usare l'altoparlante assieme alla tastiera e al video.
Avete imparato a trasferire dati tra l'accumulatore ed il registro X e viceversa. Avete anche appreso ad usare lo stack per salvare informazioni da usare successivamente.
Ecco un sommario della nuova subroutine e delle nuove istruzioni introdotte in questo capitolo.

Nuova subroutine

1. LDA C030 è stata usata per pizzicare l'altoparlante. Quando questo viene fatto rapidamente, l'altoparlante produce un tono. L'intensità del tono, così come la sua durata, possono essere controllati dal programma.

Esempio	AD	codice op. per *LoaD Accumulator* (carica l'accumulatore)
	30	byte meno significativo dell'indirizzo
	C0	byte più significativo dell'indirizzo

Nuove istruzioni

1. DEC (*DECrement memory*, decrementa la memoria), usata nel modo pagina zero per decrementare (diminuire di uno) il valore contenuto nella locazione di memoria specificata della pagina zero.

Esempio	C6	codice op. per DEC
	01	byte meno significativo della locazione di memoria 0001 (è implicito che il byte più significativo è 00).

2. DEX (*DEcrement X register*, decrementa il registro X), usata in modo implicito per diminuire di uno il valore contenuto nel registro X.

   Esempio CA codice op. per DEX.

3. LDX (*LoaD the X register*, carica il registro X), usata nel modo pagina zero per caricare il registro X con il valore contenuto nella locazione specificata di pagina zero.

   Esempio A6 codice op. per LDX
   00 byte meno significativo della locazione 0000 (è implicito che il byte più significativo è 00)

4. PHA (*PusH Accumulator on stack*, metti l'accumulatore sullo stack), usata per mettere il valore contenuto nell'accumulatore in cima allo stack. Questo valore verrà successivamente ripreso per essere riutilizzato. Modo implicito.

   Esempio 48 codice op. per PHA

5. PLA (*PulL from stack to Accumulator*, sposta dallo stack all'accumulatore), usata per recuperare un valore messo precedentemente sullo stack. Il valore viene posto nell'accumulatore per essere usato. Modo implicito.

   Esempio 68 codice op. per PLA

6. TAX (*Transfer data from Accumulator to X register*, trasferisci il dato dall'accumulatore al registro X), usata per trasferire (copiare) il dato contenuto nell'accumulatore nel registro X. Modo implicito.

   Esempio AA codice op. per TAX

7. TXA (*Transfer from the X register to the Accumulator*, trasferisci dal registro X all'accumulatore), usata per trasferire (copiare) il contenuto del registro X nell'accumulatore. Modo implicito.

   Esempio 8A codice op. per TXA

TAVOLA DELLE SUBROUTINE FINORA USATE

Funzione	*Locazione di memoria*
Pizzica l'altoparlante	C030
Cancella lo schermo	FC58
Abilita il modo grafico	FB40
Disegna un punto	F800
Disegna una linea orizzontale	F819
Disegna una linea verticale	F828
Riceve un carattere	FD35
Stampa il carattere nell'accumulatore	FDED
Stampa il contenuto dell'accumulatore come cifre esadecimale	FDDA

TAVOLA DELLE ISTRUZIONI DEL LINGUAGGIO MACCHINA

Codice mnemonico	*Modo di indirizzamento*	*Codice op.*	*Byte usati*	*Funzione*
ASL	Accumulatore	0A	1	Sposta i bit a sinistra
BEQ	Relativo	F0	2	Salta se uguale
BNE	Relativo	D0	2	Salta se non uguale
CMP	Immediato	C9	2	Confronta l'accumulatore
CPX	Immediato	E0	2	Confronta il reg. X
CPY	Immediato	C0	2	Confronta il reg. X
*DEC	Pagina zero	C6	2	Decrementa la memoria
*DEX	Implicito	CA	1	Decrementa il registro
INX	Implicito	E8	1	Incrementa il registro X
INY	Implicito	C8	1	Incrementa il registro Y
JMP	Assoluto	4C	3	Salta alla memoria
JSR	Assoluto	20	3	Salta alla subroutine
LDA	Immediato	A9	2	Carica l'accumulatore
LDA	Assoluto indicizzato	BD	3	Carica l'accumulatore
LDX	Immmediato	A2	2	Carica il registro X
*LDX	Pagina zero	A6	2	Carica il registro X
LDY	Immediato	A0	2	Carica il registro Y
NOP	Implicito	EA	1	Nessuna operazione
*PHA	Implicito	48	1	Mette l'accumulatore sullo stack

Codice mnemonico	*Modo di indirizzamento*	*Codice op.*	*Byte usati*	*Funzione*
*PLA	Implicito	68	1	Sposta dallo stack all'accumulatore
RST	Implicito	60	1	Ritorno dalla subroroutine
STA	Pagina zero	85	2	Memorizza l'accumulatore
STA	Assoluto	8D	3	Memorizza l'accumulatore
STA	Ass. indicizzato	99	3	Memorizza l'accumulatore
*TAX	Implicito	AA	1	Trasferisce l'acc. nel registro X
*TXA	Implicito	8A	1	Trasferisce l'acc. nel registro X

*Istruzioni introdotte in questo capitolo

ESERCIZI

1. Spiegare il risultato dell'esercuzione di ognuna delle seguenti istruzioni in linguaggio macchina.
   a. CA DEX

   ______

   b. C6 DEC 0001
   01

   ______

   c . A6 LDX 0000
   00

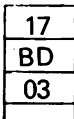
   ______

2. Che cosa succede se inserite uno 0 (zero) per l'intensità del Programma sui toni?

   ______

3. Un valore basso per l'intensità nel Programma sui toni produce un tono ______ (basso, alto) Un valore alto produce un tono ______ (basso, alto)

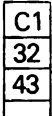
4. Descrivere le operazioni causate da queste istruzioni
   a. 8A TAX

   ______

   b. AA TXA

   ______

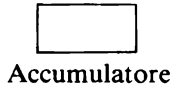
5. Lo stack ha questo contenuto ——→

32
43

L'accumulatore contiene il valore C1.
Poi viene eseguita l'istruzione PHA. Mostrare che contenuto ha lo stack dopo questa esecuzione.

6. Se lo stack ha questo contenuto ——→

17
BD
03

e viene eseguita l'istruzione PLA, mostrate il valore contenuto nell'accumulatore ed il valore in cima allo stack.

Accumulatore

Stack

RISPOSTE AGLI ESERCIZI

1. a. Decrementa di uno il valore contenuto nel registro X.
   b. Decrementa di uno il contenuto della locazione 0001.
   c. Carica il registro X dalla locazione 0000.
2. L'esecuzione del programma in linguaggio macchina viene fermata. Il controllo è ritornato al sistema operativo.
3. Alto, basso.
4. a. TXA copia i dati del registro X nell'accumulatore.
   b. TAX copia i dati dall'accumulatore nel registro X.
5.

C1	← C1 in cima
32	
43	Tutto il resto è spostato in giù di una posizione

Stack

6. 17 Accumulatore

BD
03

Stack

17 è stato tolto
Tutto il resto si sposta in su di una posizione.

CAPITOLO SETTE

Ancora suoni e grafica

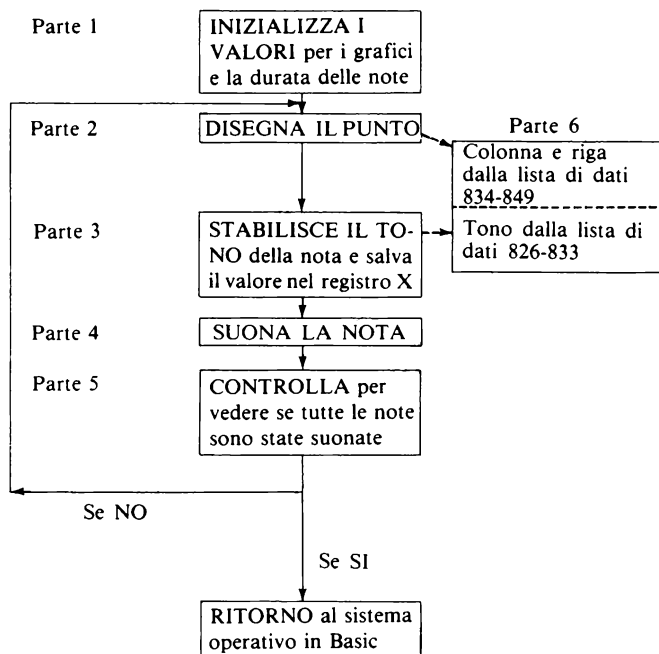
SOB

Nel Cap. 6 avete imparato come pizzicare l'altoparlante dell'Apple per produrre dei suoni. Il suono è bello, ma non è molto soddisfacente da solo. In questo capitolo, combineremo il suono con la grafica per stimolare contemporaneamente due dei vostri sensi.

COMBINAZIONE DELL'ALTOPARLANTE E DEL VIDEO

Costruiremo un nuovo programma usando le tecniche grafiche apprese nel Cap. 4 ed il programma Scala automatica usato nel Cap. 6. La lunghezza del programma aumenterà e verranno fatte alcune modifiche per far sì che i suoni ed i grafici si adattino l'un l'altro in modo coordinato. Sarà necessaria soltanto una nuova istruzione. Questa istruzione, LDY, carica il registro Y con il contenuto della memoria indicizzata dal registro X. Ricordate, il programma disegna-punti usa il registro Y per contenere la colonna dove disegnare il punto. Questi valori sono contenuti in una lista di dati che inizia alla locazione 0834.
Prima di guardare il programma, studiate il diagramma di flusso che segue. Il diagramma è organizzato in blocchi che corrispondono a parti individuali del programma. Avete già visto ogni istruzione della parte 1. La durata delle note viene caricata nell'accumulatore (dall'istruzione

LDA a 768). Lo schermo è cancellato (dalla subroutine a FC58). Il registro X, che è usato come contatore, viene azzerato (dall'istruzione LDX a 775). Viene abilitato il modo grafico in bassa risoluzione (dalla subroutine a FB40). Per il disegno delle note è fissato il colore bianco (dall'istruzione LDA a 780 e dall'istruzione STA a 782).

Diagramma di flusso per il programma Scala con Note

PROGRAMMA SCALA CON NOTE

1 COMMENTO **INIZIALIZZAZIONE**

```
768 A9   LDA C8      Fissa la durata
769 C8

770 20   JSR FC58    Cancella lo schermo
771 58
772 FC

775 A2   LDX 00      Azzera il contatore
776 00
```

```
777 20   JSR FB40     Abilita il modo grafico
778 40
779 FB

780 A9   LDA 0F       Sceglie il colore bianco
781 0F

782 85   STA 0030     Lo mette in memoria
783 30
```

La parte 2 carica la colonna sulla quale dovrà essere disegnato il punto nel registro Y e la rispettiva riga nell'accumulatore. Quindi viene richiamata la subroutine che disegna il punto. I valori della colonna e della riga sono memorizzati nelle tavole di dati alla fine del programma. Il registro X è usato come puntatore per accedere a questi dati.

```
2 COMMENTO **DISEGNA IL PUNTO**

784 BC   LDY 0342,X   Carica il registro Y da 0342 indi-
785 42                cizzata dal valore contenuto nel
786 03                registro X
787 BD   LDA 034A,X   Carica l'accumulatore da 034A
788 4A                indicizzata dal valore nel registro
789 03                X

790 20   JSR F800     Chiama la subroutine interna
791 00                disegna-punti
792 F8
```

Nella parte 3, il valore del tono della nota viene caricato nell'accumulatore dalla tavola di dati ed è poi posto nella locazione 0000, dove sarà necessario quando verrà suonata la nota. Il valore contenuto nel registro X è messo nell'accumulatore e da qui salvato sullo stack.
Questo deve essere fatto, dato che il registro X è usato nella parte 4 per altri scopi. Il valore salvato sullo stack sarà recuperato più avanti quando necessario.

```
3 COMMENTO **SI PREPARA PER LA NOTA**

793 BD   LDA 033A,X   Carica il valore del tono da 033A
794 3A                indicizzata dal valore nel registro
795 03                X

796 85   STA 0000     Memorizza in 0000
797 00
```

798	8A	TXA	Mette il valore del registro X nell'accumulatore
799	48	PHA	Lo mette sullo stack per salvarlo

La quarta parte suona la nota. È la stessa di quella usata nella terza parte del programma Scala automatica nel Cap. 6.

4 COMMENTO **SUONA LA NOTA**

```
800  AD LDA C030       Pizzica l'altoparlante
801 30
802 C0

803 88   DEY           Come nel precedente programma
                       sui suoni
804 D0   BNE 04
805 04

806 C6   DEC 0001
807 01

808 F0   BEQ 08
809 08

810 CA   DEX

811 D0   BNE F6(—10)
812 F6

813 A6   LDX 0000
814 00

815 4C   JUMP 0320
816 20
817 03
```

Nella parte 5, il computer controlla se tutte le note della scala sono state suonate. Se non è così, il programma ritorna alla parte 2 dove verrà disegnata e suonata una nuova nota. Se tutte le note sono state suonate, il controllo ritorna al sistema operativo. Il vecchio valore del registro X è tolto dallo stack e rimesso nel registro X. Questo valore è quindi incrementato di uno. Poi il nuovo valore viene confrontato con 8 (il numero di note desiderato).

5 COMMENTO **CONTROLLA SE TUTTE LE NOTE SONO STATE SUONATE**

818 68	PLA	Toglie il vecchio valore di X dallo stack
819 AA	TAX	Lo trasferisce nel registro X
820 E8	INX	Incrementa il contenuto di uno
821 E0 822 08	CPX 08	Confronta la nota suonata con 8
823 D0 824 D7	BNE D7	Se no, torna indietro a prendere il valore di una nuova nota da disegnare e tracciare a 784
825 60	RTS	Ritorna al monitor

Le tavole di dati per la colonna e le righe usate per disegnare le note ed i valori del tono formano la sesta parte.

6 COMMENTO **LISTA DI DATI**

826 85	← Valori dell'intensità
827 7F	
828 79	
829 74	
830 6F	
831 6B	
832 67	
833 64	
834 07	← Valori delle colonne per disegnare le note
835 09	
836 0B	
837 0D	
838 0F	
839 11	
840 13	
841 15	
842 16	← Valori delle righe per disegnare le note
843 14	
844 12	

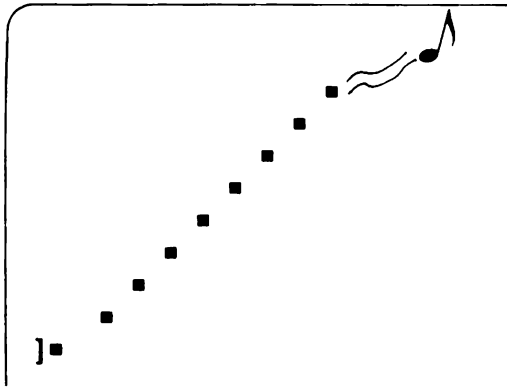
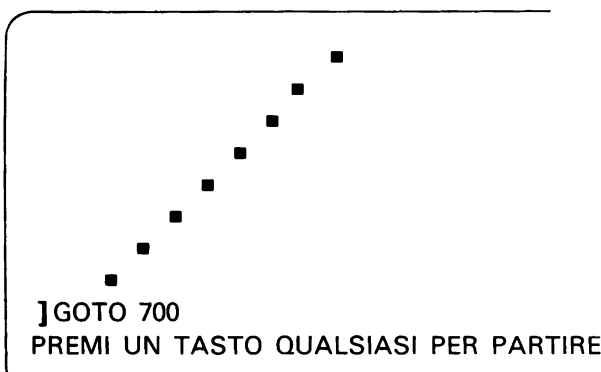
```
845 10
846 0E
847 0C
848 0A
849 08
```

Combinando i grafici con il programma Scala automatica, siete in grado di visualizzare ogni nota mentre viene suonata.
La parte 1 fissa la durata della nota, cancella lo schermo ed azzera il registro X cosicché si possa accedere ai dati nelle varie locazioni di memoria. Viene poi abilitato il modo graphics e scelto il colore (se volete, lo potete cambiare alla locazione 781).
La parte 2 carica il registro Y con la colonna e l'accumulatore con la riga dove dovrà essere disegnata la nota. Entrambe le istruzioni usano il registro X come un indice per scegliere i valori desiderati dalla tavola, posizionata in memoria ad una specifica locazione. Viene quindi "chiamata" la routine disegna-punti per disegnare il punto. La parte 3 sceglie il tono mediante le istruzioni LDA e STA a 793 e 796. Essa, a 798-799, salva anche il valore dell'indice sullo stack.
La parte 4 è un vecchio amico, suona la nota.
La parte 5 riprende il valore dell'indice e lo confronta con 8 per vedere se tutte le note sono state suonate. Se non è così, l'istruzione di salto a 823 causa un ritorno a 784 per disegnare e suonare una nuova nota. Se le otto note sono state suonate, si ritorna al sistema operativo. La parte 6 fornisce i dati in tre blocchi. Il primo blocco (826-833) contiene i valori del tono per suonare le 8 note. Il secondo blocco (834-841) riporta i valori della colonna in cui ognuna delle 8 note sarà disegnata. Il terzo (842-849) fornisce i valori delle righe in cui verranno disegnate le note.

INSERIMENTO ED ESECUZIONE DEL PROGRAMMA

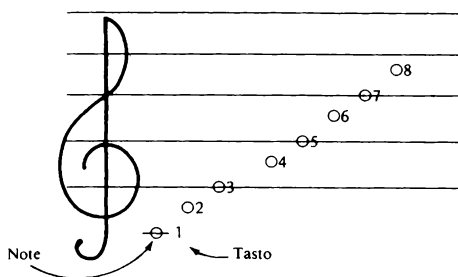
È il momento di inserire il programma, che, ancora una volta, inizia alla locazione 768. È un programma lungo, 82 byte.
Dopo aver inserito il programma, controllatelo per vedere se ci sono errori. Quando ne sarà privo, eseguitelo.
Prima apparirà una nota e udirete il do centrale.

Poi apparirà una seconda nota con un secondo tono.

Questo continua finché tutte le 8 note sono state visualizzate e suonate.

Il programma poi ritorna al sistema operativo in Basic. Se volete vedere e riascoltare il risultato, scrivete GOTO 700 e premete RETURN. Il video mostrerà.

Premete un tasto qualsiasi ed il processo si ripeterà.
Ma ora pensate alle molte variazioni che potrebbero essere fatte. Potreste disegnare ogni nota in un colore differente. Oppure inserire una corta melodia al posto della scala. Potreste far scomparire ogni nota dopo essere stata suonata. Ci sono molte variazioni che potete tentare. Vi in-

coraggiamo a tentarle tutte e ogni altra che vi venga in mente. Ora avete le basi per realizzare un organo a colori che possa suonare musica e visualizzare colori sullo schermo. Non dovete fissarvi sul disegno di un singolo punto. Potete riempire lo schermo di colori, oppure progettare schemi di colori casuali mentre vengono suonate le note. Quando avete provato a sufficienza il programma, potete passare a qualcosa di più interessante. Non sarebbe bello riuscire a suonare le note che vengono scelte dalla tastiera? Allora sarete in grado di comporre e suonare musica vostra. Proseguite la lettura e vi mostreremo un programma che vi permetterà di "strimpellare" sulla tastiera la vostra musica.

USO DELLA TASTIERA PER SUONARE LE NOTE

Avete usato un programma che richiede in input la nota che si vuole suonare. Ne avete visto anche uno dove il computer suonava la scala musicale per voi. Il prossimo programma combina le due tecniche cosicché possiate inserire delle note con continuità. È limitato ad un'ottava per semplificare le cose. I valori per ogni nota sono memorizzati in una lista di dati e premendo uno dei tasti numerici 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, il computer sceglierà la nota corrispondente. Non occorre che premiate il tasto RETURN. Ricordate, si è supposto che la nostra scala contenga l'ottava che parte con il do centrale. I tasti, e le note corrispondenti, sono mostrati qui sotto.

PROGRAMMA SUONA LA TUA MELODIA

1 COMMENTO **CANCELLA LO SCHERMO**

```
768 20    JSR FC58     Routine interna per cancellare lo schermo
769 58
770 FC
```

2 COMMENTO **RICEVE UN TASTO**

```
 771 20    JSR FD35      Routine interna per leggere la tastiera
 772 35
 773 FD

 774 C9    CMP B0        Il tasto è troppo basso?
 775 B0

*776 30    BMI F9        Se sì torna indietro e guarda ancora (−7
 777 F9                  passi)

 778 F0    BEQ 25        Se è uno zero, ritorna al Basic
 779 25

 780 C9    CMP B8        Il tasto è troppo alto?
 781 B9

*782 10    BPL F3        Se sì, torna indietro e guarda ancora (−13
 783 F3                  passi)
```

3 COMMENTO **CONVERTE IL TASTO ASCII USATO COME INDICE**

```
*784 29    AND OF        Rimuove i 4 bit più in alto del codice ASCII
 785 0F

 786 AA    TAX           Trasferisce il risultato nel registro X da usa-
                         re come indice
```

4 COMMENTO **RICEVE LA DURATA E LA NOTA **

```
 787 A9    LDA 60        Carica la durata
 788 60

 789 85    STA 0001      La memorizza
 790 01

 791 BD    LDA 0332,X    Carica l'accumulatore dalla lista di dati
 792 32
 793 03

 794 85    STA 0000      Lo memorizza
 795 00
```

5 COMMENTO **SUONA LA NOTA**

```
 796 AD    LDA C030      Pizzica l'altoparlante
 797 30
 798 C0

 799 88    DEY

 800 D0    BNE 04
 801 04

 802 C6    DEC 0001
 803 01

 804 F0    BEQ 08
 805 08
```

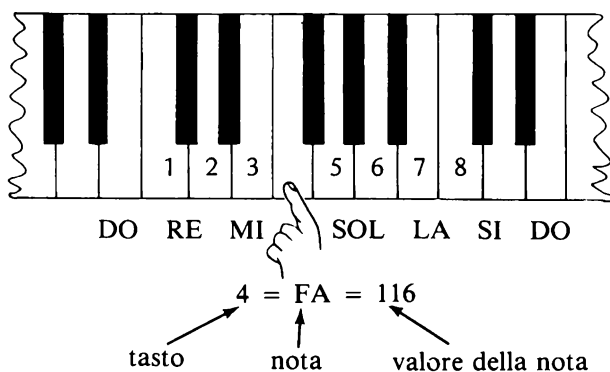
```
806 CA    DEX

807 D0    BNE F6
808 F6

809 A6    LDX 0000
810 00

811 4C    JMP 031C
812 1C
813 03
```

6 COMMENTO **RICEVE UNA NUOVA NOTA O FINISCE**

```
814 4C    JMP 0303        Riceve una nuova nota
815 03
816 03

817 60    RTS             Ritorno al sistema operativo in Basic
```

7 COMMENTO **LISTA DI DATI**

```
*818 EA   NOP
 819 85              <—— Nota più bassa dell'ottava
 820 7F
 821 79
 822 74
 823 6F
 824 6B
 825 67
 826 64              <—— Nota più alta dell'ottava
```

*Nuova istruzione

DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA

La parte 1 cancella lo schermo. La 2 usa la subroutine interna per vedere se è stato premuto un tasto. Se è stato premuto, il codice ASCII del carattere di quel tasto sarà posto nell'accumulatore. I codici ASCII dei nove simboli usati sono:

Cifre	Codici ASCII (in ESA)
0	B0
1	B1
2	B2
3	B3
4	B4
5	B5
6	B6
7	B7
8	B8

Dopo la pressione di un tasto, il valore nell'accumulatore viene confrontato con B0 e B8 (il campo di variazione delle cifre). Se il codice ASCII è minore di B0 o maggiore di B8, il tasto non sarà accettato. Il programma non suonerà la nota, ma ritornerà a leggere un altro tasto. Questo è effettuato dalle istruzioni BMI (*Branch if MInus*, salta se meno) e BPL (*Branch if PLus*, salta se più). Queste due nuove istruzioni sono simili alle istruzioni BNE (*Branch if Not Equal*, salta se non uguale) e BEQ (*Branch if EQual*, salta se uguale) che avete già usato.

BMI (SALTA SE IL RISULTATO È MENO)

Modo di indirizzamento	*Codice mnemonico*	*Codice op.*
Relativo	BMI	30

Come è usato nel programma:

774 C9 775 B0	Confronta il codice ASCII del tasto con B0
776 30 777 F9	Se il risultato è negativo salta indietro di 7 passi (F9 = −7)

Se il codice ASCII del tasto è minore di B0, l'istruzione di salto sul meno manda l'esecuzione del programma indietro a 771 per leggere ancora un tasto. Così, ogni tasto il cui codice ASCII è minore di B0 *non sarà accettato.*

BPL (SALTA SE IL RISULTATO È PIÙ)

Modo di indirizzamento	*Codice mnemonico*	*Codice op.*
Relativo	BPL	10

Come è usato nel programma:

780 C9 781 B8	Confronta il codice ASCII del tasto con B9
782 10 783 F3	Se il risultato è più salta indietro di 13 passi (F3 = −13)

Se il codice ASCII del tasto è maggiore di B8 (zero è considerato positivo da questa istruzione), l'istruzione di salto sul più manda l'esecuzione del programma indietro a 771 per leggere un altro tasto. Così, ogni tasto il cui codice ASCII è maggiore di B8 *non sarà accettato*. Se si preme lo zero, viene effettuato un salto all'istruzione RTS che riporta al sistema operativo. È usato per fermare il programma quando avrete deciso di smettere di suonare note.
La parte 3 converte il valore ASCII in una cifra decimale cosicché possa essere usata nel registro X come indice per accedere alla nota corretta nella lista dei dati. Guardando la tabella dei codici ASCII delle cifre decimali data sopra, potete notare una somiglianza tra la cifra ed il suo codice ASCII. Viene usata una nuova istruzione, AND, usata per eliminare i quattro bit più in alto del codice ASCII. In altre parole, la B viene rimossa dai valori compresi tra B0 e B8, lasciando solo la cifra decimale sul lato destro del valore esadecimale a due cifre.

AND (AND CON L'ACCUMULATORE)

Modo di indirizzamento	*Codice mnemonico*	*Codice op.*
Immediato	AND	29

Come è usato in questo programma:

Il codice ASCII del tasto è nell'accumulatore.

784 29	Fa l'AND tra il valore contenuto nell'accumu-
785 0F	latore ed il valore ESA 0F

Come esempio, vedremo il codice ASCII nella sua forma binaria. L'istruzione AND opera sul codice ASCII nell'accumulatore ed il valore che segue immediatamente l'istruzione AND. Essa confronta i bit corrispondenti dei due valori. Se un particolare bit è uno (1) per entrambi i valori, il corrispondente bit del risultato sarà uno. Se il bit di uno dei due valori (o di entrambi) è zero, il corrispondente bit del risultato sarà zero.

Esempi

Esegue l'AND fra l'accumulatore ed il valore 0F

Il tasto è 5.

Il codice ASCII è B5 = 1 0 1 1 0 1 0 1 in binario

AND con il valore 0F = 0 0 0 0 1 1 1 1 in binario

Il risultato resta nell'accumulatore 0 0 0 0 0 1 0 1

Risultato = 05 (il tasto)

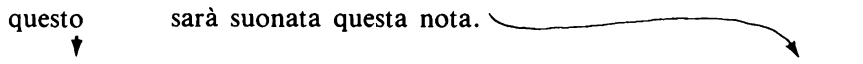
Esegue l'AND fra l'accumulatore ed il valore 0F.

Il tasto è 8.

Il codice ASCII è B8 = 1 0 1 1 1 0 0 0 in binario

AND con il valore 0F = 0 0 0 0 1 1 1 1 in binario

Il risultato resta nell'accumulatore 0 0 0 0 1 0 0 0

Risultato = 08 (il tasto)

Il modo in cui viene usato l'AND in questo programma (AND 0F), fa sì che il risultato scarti i quattro bit a sinistra (bit più significativi) del

valore nell'accumulatore e tenga i quattro bit a destra (bit meno significativi). Il programma poi mette questo risultato nel registro X (istruzione TAX a 786) cosicché possa essere usato per indicizzare il comando LDA nella parte 4 che carica dalla memoria la tonalità corretta per un dato tasto.
La sequenza risultante da un tasto è mostrata qui sotto:

Se scrivete questo ↓ sarà suonata questa nota. ↘

Tasto premuto	Codice ASCII	Dopo l' AND	Accesso alla memoria con LDA 0332,X	Memoria ESA	Indirizzo decimale	Contenuto della memoria (Valore della nota)
1	B1	01	0332 + 1 →	0333	819	85
2	B2	02	0332 + 2 →	0334	820	7F
3	B3	03	0332 + 3 →	0335	821	79
4	B4	04	0332 + 4 →	0336	822	74
5	B5	05	0332 + 5 →	0337	823	6F
6	B6	06	0332 + 6 →	0338	824	6B
7	B7	07	0332 + 7 →	0339	825	67
8	B8	08	0332 + 8 →	033A	826	64

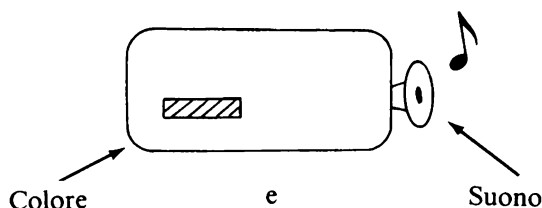
Questo valore viene messo nel registro X

Ancora una volta, vediamo che l'azione ha luogo nell'accumulatore (causata dall'istruzione AND) ed il risultato viene poi trasferito nella locazione (il registro X in questo caso) dove sarà usato.
La parte 4 carica la durata della nota (60 esadecimale) nella locazione 0001. Quindi il valore di tonalità viene caricato dalla locazione 0332 + il valore nel registro X. Questo è memorizzato nella locazione 0000. A causa dell'istruzione AND usata nella parte 3, la nota sarà caricata da 0332 + qualsiasi tasto sia stato battuto (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).
La parte 5 vi dovrebbe essere ormai familiare. Essa suona la nota usando i valori di tonalità e di durata che sono memorizzati nella parte 4.
La parte 6 fornisce un'istruzione di salto per tornare ad un'altra nota. Contiene anche un'istruzione RTS che segue quella di salto. L'istruzione RTS sarà raggiunta soltanto dalla parte 2 (778 BEQ) se il tasto premuto è zero (0). Naturalmente, RTS vi riporta al sistema operativo come nei precedenti programmi.

La parte 7 è la lista dei dati da cui vengono selezionate le note. Una nuova istruzione (NOP) che non fa nulla è usata all'inizio della lista di dati. Questa istruzione (*No OPeration*, nessuna istruzione) è usata come buffer per separare il programma dalla lista di dati. L'istruzione che carica i dati dalla lista (BD alla locazione 791) punta il valore EA (*No OPeration*), ma è indicizzata dal registro X che è sempre maggiore o uguale a uno. Perciò, l'istruzione NOP (EA) non verrà mai eseguita. Spesso, si usano alcune istruzioni NOP per "salvare un posto" per altre istruzioni che potranno essere aggiunte successivamente per modificare il programma. Se volessimo inserire una nota minore del do centrale, potremmo usare la memoria occupata dall'istruzione NOP. Il programma potrebbe allora essere modificato in modo da usare il tasto zero per accedere a questa nota.
Il puntatore alla lista dei dati funziona così:

INSERIMENTO ED ESECUZIONE DEL PROGRAMMA

Inserite il programma che inizia alla locazione 768 decimale. È lungo 59 byte. Controllate se avete fatto errori, eventualmente correggeteli ed eseguite il programma.
Lo schermo verrà cancellato. Poi il cursore lampeggiante apparirà nell'angolo in alto a sinistra.

È ora di inserire le note. Premendo un qualsiasi tasto da 1 a 8 verrà suonata una nota. Dopo ogni nota il cursore tornerà nell'angolo in alto a sinistra ed il computer aspetterà il prossimo tasto. Suonate per un po' finché non avrete una certa confidenza con il calcolatore-organo. Poi chiamate i vostri amici e mostrate loro il vostro talento musicale. Sono possibili molte modifiche di questo programma. Aumentando la lunghezza della lista dei dati potete aumentare il numero di note disponibili. Potete anche aggiungere dei grafici colorati per avere un organo a colori.

SOMMARIO

In questo capitolo sono stati usati due lunghi programmi per dimostrare l'uso dei colori e dei suoni. Avete imparato a coordinare l'uso dell'altoparlante, del video e della tastiera. Sono state introdotte cinque nuove istruzioni. La lista di istruzioni che avete usato è cresciuta abbastanza per costruire programmi più complessi ed utili. Avete ricevuto ulteriori informazioni sulle possibilità del registro Y con due nuove istruzioni. Sono state introdotte due nuove istruzioni di salto, ed avete usato l'istruzione logica AND per convertire un codice ASCII nella sua cifra decimale equivalente.
Ecco il sommario delle nuove istruzioni introdotte in questo capitolo.

1. AND (AND *with accumulator*, AND con l'accumulatore), usata in modo immediato per eseguire l'AND logico tra il valore che segue l'istruzione ed il contenuto dell'accumulatore. Il risultato contiene 1 nei bit dove entrambi i valori hanno uno. Altrimenti zero.

Esempio	29	Codice op. per AND
	0F	Valore ESA con cui eseguire AND

2. BMI (*Branch on MInus*, salta se meno), usata nel modo immediato per effettuare un salto quando una data condizione è negativa. Il dato che segue l'istruzione dice in che direzione, e di quanto, saltare dalla posizione corrente del contatore di programma.

Esempio 30 Codice op. per BMI
F9 il dato dice di tornare indietro di 7 passi
(F9 = −7)

3. BPL (*Branch on PLus*, salta se più), usata nel modo immediato per effettuare un salto quando una data condizione è positiva o nulla. Il dato che segue l'istruzione dice in che direzione, e di quanto, saltare dalla posizione corrente del contatore di programma.

Esempio 10 Codice op. per BPL
F3 Il dato dice di tornare indietro di 13 passi
(F3 = −13)

4. DEY (*DEcrement Y register*, decrementa il registro Y), usata nel modo implicito per diminuire di uno il valore contenuto nel registro Y.

Esempio 88 Codice op. per DEY

5. LDY (*LoaD Y register*, carica il registro Y), usata nel modo assoluto indicizzato per caricare il registro Y dalla locazione di memoria indicizzata dal valore contenuto nel registro X.

Esempio BC codice op. per LDY (assoluto indicizzato)
42 byte meno significativo della locazione
03 byte più significativo della locazione

Il valore nel registro X è aggiunto a questo indirizzo "di base" per ottenere il vero indirizzo.

TAVOLA DELLE ISTRUZIONI DEL LINGUAGGIO MACCHINA USATE

Codice mnemonico	*Modo di indirizzamento*	*Codice op.*	*Byte usati*	*Funzione*
*AND	Immediato	29	2	Fa l'AND dei bit con l'accumulatore
ASL	Accumulatore	0A	1	Sposta i bit a sinistra
BEQ	Relativo	F0	2	Salta se uguale
*BMI	Relativo	30	2	Salta se meno
BNE	Relativo	D0	2	Salta se non uguale
*BPL	Relativo	10	2	Salta se più

Codice mnemonico	*Modo di indirizzamento*	*Codice op.*	*Byte usati*	*Funzione*
CMP	Immediato	C9	2	Confronta l'accumulatore
CPX	Immediato	E0	2	Confronta il reg. X
CPY	Immediato	C0	2	Confronta il reg. X
DEC	Pagina zero	C6	2	Decrementa la memoria
DEX	Implicito	CA	1	Decrementa il reg. X
*DEY	Implicito	88	1	Decrementa il reg. X
INX	Implicito	E8	1	Incrementa il registro X
INY	Implicito	C8	1	Incrementa il registro Y
JMP	Assoluto	4C	3	Salta alla memoria
JSR	Assoluto	20	3	Salta alla subroutine
LDA	Immediato	A9	2	Carica l'accumulatore
LDA	Assoluto indicizzato	BD	3	Carica l'accumulatore
LDX	Immmediato	A2	2	Carica il registro X
LDX	Pagina zero	A6	2	Carica il registro X
LDY	Immediato	A0	2	Carica il registro Y
*LDY	Assoluto indicizzato	BC	3	Carica il registro Y
NOP	Implicito	EA	1	Nessuna operazione
PHA	Implicito	48	1	Toglie dallo stack e mette nell'accumulatore
PLA	Implicito	68	1	Toglie dallo stack e mette nell'accumulatore
RTS	Implicito	60	1	Ritorno dalla subroutine
STA	Pagina zero	85	2	Memorizza l'accumulatore
STA	Assoluto	8D	3	Memorizza l'accumulatore
STA	Ass. indicizzato	99	3	Memorizza l'accumulatore
TAX	Implicito	AA	1	Trasferisce l'acc. nel registro X
TXA	Implicito	8A	1	Trasferisce l'acc. nel registro X

*Istruzioni introdotte in questo capitolo

TAVOLA DELLE SUBROUTINE FINORA USATE

Funzione	*Locazione di memoria*
Pizzica l'altoparlante	C030
Cancella lo schermo	FC58
Abilita il modo grafico	FB40
Disegna un punto	F800
Disegna una linea orizzontale	F819
Disegna una linea verticale	F828
Riceve un tasto	FD35
Stampa il carattere nell'accumulatore	FDED
Stampa il contenuto dell'accumulatore come cifre esadecimali	FDDA

ESERCIZI

1. Spiegate il risultato dell'esecuzione delle seguenti istruzioni del linguaggio macchina
   a. BC LDY 0342,X
   42
   03
   ____
   ____
   b. 88 DEY

2. Nel programma Scala con note, alle linee 821 e 822, viene usata un'istruzione di confronto tra X e 08 (CPX 08). Quale delle seguenti operazioni esegue?
   a. 08 — valore nel registro X
   b. valore nel registro X — 08
   ____

3. Nel programma Suona la tua melodia viene usata una subroutine, che si trova all'indirizzo FD35, per leggere la tastiera. Quando, in questo programma, si preme un tasto per suonare una nota, è necessario poi che premete il tasto RETURN? ________________

4. Se viene eseguito l'AND tra i seguenti valori esadecimali ed 0F, quali saranno i risultati?
   a. B7 ________ b. B4 ________ c. E5 ________

5. Quale sarà il risultato dell'AND tra 3F (esadecimale) e 63 (esadecimale)? ________________________

6. Nel programma Suona la tua melodia, quali dei seguenti valori ASCII farà suonare una nota?
   a. A9 b. B3 c. BA d. B0

RISPOSTE AGLI ESERCIZI

1. a. Il registro Y è caricato dalla locazione di memoria il cui indirizzo è 0342 + il valore nel registro X.
   b. Il contenuto del registro Y viene diminuito (decrementato) di uno.
2. b. Valore nel registro X −8
3. No
4. a. 07 (o 7)
   b. 04 (o 4)
   c. 05 (o 5)
5. 23

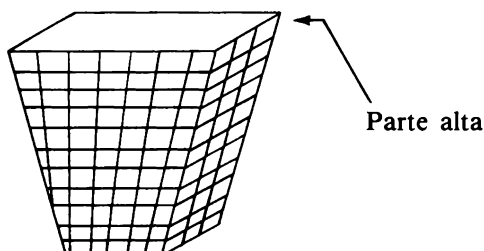
```
        3F = 0011 1111
        63 = 0110 0011
      ----------------
   AND   = 0010 0011
             2    3
```

6. b. Solo B3 (A9 è troppo basso-non accettato, BA è troppo alto-non accettato, B0 causa un ritorno al sistema operativo in Basic).

CAPITOLO OTTO

Il monitor di sistema Apple

MS

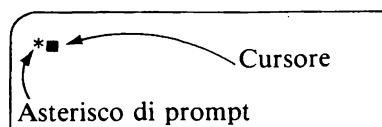
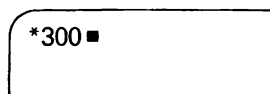
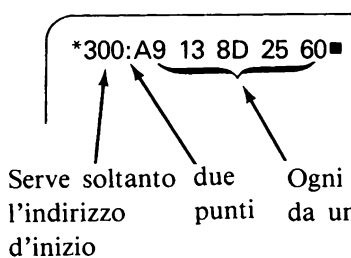
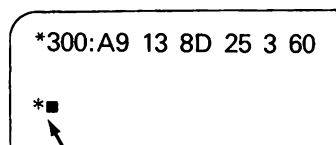
Nei precedenti capitoli abbiamo usato il Basic per scrivere ed inserire programmi in linguaggio macchina. Questo metodo ci ha permesso di utilizzare le nostre conoscenze di Basic per introdurci al linguaggio del computer. È giunto il momento di lasciar perdere il sistema operativo in Basic. Non ne abbiamo più bisogno.
Il calcolatore Apple ha un monitor di sistema situato nella parte alta della sua memoria (vedere la mappa della memoria nel Cap. 2).

Il monitor controlla *tutti* i programmi, e *tutti* i programmi lo usano. Può darsi che non ve ne rendiate conto, ma lo avete usato in tutto questo libro. Da qui in poi, comunicherete con esso direttamente.
Potete usare il monitor per guardare direttamente nelle locazioni di me-

moria, cambiarne i contenuti ed anche scrivere dei programmi in linguaggio macchina eseguibili direttamente dal microprocessore 6502. Ricordate, il calcolatore comprende soltanto istruzioni codificate in binario. Il monitor di sistema accetta queste istruzioni in forma esadecimale dalla tastiera. Potete ritornare al Cap. 3 per rivedere brevemente il formato del codice delle istruzioni.
Ritorniamo ad uno dei primi programmi in linguaggio macchina, descritto nel Cap. 3. Esso carica l'accumulatore con il valore esadecimale 13 e memorizza il valore nella locazione 0325 (esadecimale). Il programma era stato memorizzato così:

Indirizzo		*Codice*	
Decimale	*ESA*	*op.*	*Commenti*
768	0300	A9	LDA con il dato
769	0301	13	
770	0302	8D	STA in memoria
771	0303	25	
772	0304	03	0325
773	0305	60	RTS

Questo programma era stato chiamato dal nostro sistema operativo, cosicché l'ultima istruzione è RTS (*ReTurn from Subroutine*). Il monitor di sistema dell'Apple tratta i programmi in linguaggio macchina come subroutine. Perciò, RTS può essere anche usato come ultima istruzione nei programmi in linguaggio macchina. Il programma sopra può essere inserito direttamente usando il monitor di sistema. Vi mostreremo ora come usare il monitor, cosicché possiate vedere com'è facile caricare, esaminare ed eseguire direttamente un programma in linguaggio macchina.
Guardate sul manuale d'uso per vedere come inserire il monitor di sistema per la vostra versione dell'Apple. Per la nostra, tutto quello che dobbiamo fare è premere il tasto RESET. Un altro modo è di spegnere e riaccendere il computer. Nella nostra versione, l'accensione ci fa accedere sempre al monitor. Se avete un sistema Apple II Plus con ROM Autostart, entrate nel monitor di sistema eseguendo l'istruzione del Basic:

CALL 65385
oppure
CALL −151

Quando siete nel monitor di sistema, lo schermo mostrerà l'asterisco come segnale di prompt.

Per inserire i programma prima inserite l'indirizzo di partenza in esadecimale 300

Poi battete due punti, che dicono al monitor che volete alterare il contenuto della memoria. Dopo i due punti scrivete i codici esadecimali a due cifre per le istruzioni o i dati (se la prima cifra è zero, basta una sola cifra). Separate ogni codice con uno spazio. Il programma può essere scritto su una riga come segue:

Proprio come in un programma in Basic, si preme il tasto RETURN alla fine di ogni inserimento completo. Quando premete RETURN alla fine della linea, vedrete:

Questo è tutto quello che c'è da fare. Se non siete fiduciosi che il programma sia stato inserito correttamente, potete esaminare la memoria per verificare quello che avete appena scritto. Per mostrare che cosa c'è in un certo blocco di locazioni di memoria successive, inserite l'indirizzo di partenza e quello finale del blocco separati da un punto.

Allora vedrete:

Sì, il programma è lì. Ora, sarà facile eseguirlo! Molto facile! Scrivete: 300 G

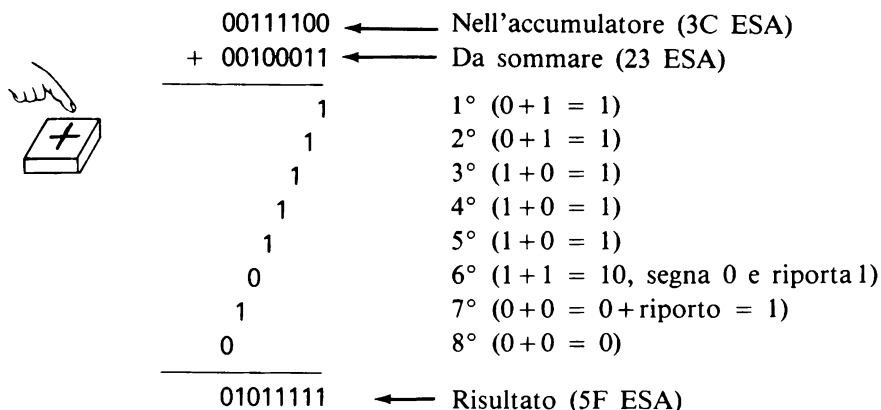
Scrivendo l'indirizzo di partenza seguito dalla lettera G (per GO = VAI), il programma viene eseguito.

Per vedere se 13 è stato effettivamente posto nella locazione 0325, dobbiamo esaminare quella memoria. Per guardare una sola locazione, scrivete semplicemente l'indirizzo della locazione e premete il tasto RETURN.

Bene, sapete come mettere dei dati in memoria. Questo non è molto utile di per se stesso, ma la maggior parte dei problemi da risolvere con il calcolatore implicano lo spostamento di dati avanti e indietro tra la memoria e l'accumulatore. Vediamo come si lavora su alcuni programmi che servono per degli scopi utili.
L'abbiamo fatto in tutto il libro fino al Cap. 8, senza fare un po' di aritmetica. Chi ha mai sentito parlare di un computer che non è capace di sommare o sottrarre?
Il microprocessore 6502 contiene delle istruzioni che sono in grado di addizionare e sottrarre. Le istruzioni per la moltiplicazione e la divisione *non* sono disponibili, ma il programmatore può creare delle routine per eseguire queste operazioni. Queste routine saranno discusse nel Cap. 12.
L'addizione e la sottrazione sono eseguite da due istruzioni che hanno parecchi differenti modi di indirizzamento (immediato, pagina zero, assoluto, ecc.). Useremo per primo il modo immediato.
I codici mnemonici per le istruzioni di addizione e sottrazione sono:

ADC (somma all'accumulatore con riporto)
e
SBC (sottrae dall'accumulatore con prestito)
Prestito è l'inverso di riporto

Ricordate che il 6502 è un microprocessore a 8 bit e può trattare soltanto dati di 8 bit (un byte) alla volta. L'addizione e la sottrazione sono eseguite in maniera binaria, su un bit alla volta.

Esempio

Proviamo il nostro esempio in un breve programma in linguaggio macchina. Queste sono le istruzioni di cui avrete bisogno.

1. 18 CLC (cancella il flag di riporto — o bit di riporto, modo implicito)
   cod. op. ↗ ↖ cod. mnemonico

   Questa è una nuova istruzione che è necessaria per essere sicuri che venga posto zero nel bit di riporto del *registro di stato*. Se capitasse che il bit di riporto vale uno, si otterrebbe una risposta non corretta (troppo grande).

2. A9 LDA (Carica l'accumulatore, modo immediato)
   cod. op. ↗ ↖ cod. mnemonico

   Avete già usato questa istruzione. Essa mette il primo valore da sommare (3C esadecimale = 00111100 binario) nell'accumulatore.

3. 69 ADC (somma all'accumulatore con riporto, modo immediato)
   cod. op. ↗ ↖ cod. mnemonico

   Un'altra istruzione nuova. Essa somma il valore che segue immediatamente l'istruzione (23 esadecimale = 00100011 binario), il contenuto dell'accumulatore (3C esadecimale = 00111100 binario) ed il valore nel bit di riporto nel registro di stato (0 o 1).

Alla fine del programma useremo anche la subroutine del monitor che visualizza il contenuto dell'accumulatore cosicché si possa vedere il risultato dell'addizione.
Questo è il programma.

```
300 18     CLC        Cancella il flag di riporto
301 A9     LDA 3C     Carica 3C nell'accumulatore
```

302	3C		
303	69	ADC 23	Somma 22
304	23		
305	20	JSR FDDA	Visualizza l'accumulatore di forma esadecimale
306	DA		
307	FD		
308	60	RTS	Ritorno al monitor

Ora siamo pronti a partire.

1 Inserite il programma.

```
*300:18 A9 3C 69 23 20 DA FD 60

*■
```

2 Eseguite il programma iniziando a 300.

```
*300:18 A9 3C 69 23 20 DA FD 60

*300G
5F  <-------
*■          3C+23 = 5F
```

Provate a sommare qualche altra coppia di numeri eadecimali con il programma per addizioni. I valori esadecimali devono essere sostituiti nel programma originale alle locazioni 302 e 304.
Per cambiare una certa locazione, inserite l'indirizzo seguito da due punti e dal nuovo valore.

Ecco alcuni esempi che potete provare.

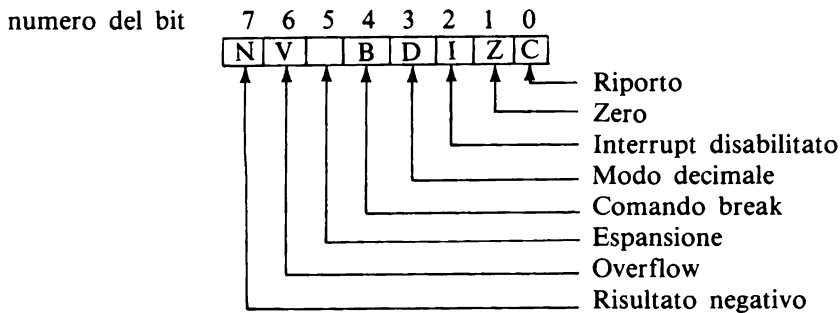
Esempi e risultati che dovreste ottenere:

Una cosa va osservata quando si usa questo programma. La somma dei due valori *deve* essere minore di 256 decimale, altrimenti non ci starà nell'accumulatore. Ricordate, state usando un computer a 8 bit. L'accumulatore e tutte le locazioni di memoria possono contenere soltanto 8 bit di dati. Il più grande numero binario a 8 bit è 11111111, che è FF esadecimale o 255 decimale.

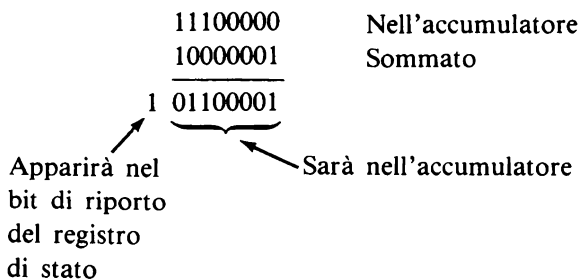
Esempio

Per tener conto dei risultati più grandi di FF esadecimale quando si sommano due numeri di 8 bit, il 6502 ha un modo di riportare il bit in più che non entra nell'accumulatore. Usa un *registro* speciale.

IL REGISTRO DI STATO DEL PROCESSORE

Il microprocessore 6502 ha uno speciale registro chiamato *registro di stato del processore* (brevemente registro di stato) che tiene conto di cose come overflow, riporto, risultato negativo, risultato nullo, ecc. Ad ogni bit di questo registro a 8 bit è assegnata una condizione speciale come mostrato.

È questo registro di stato che determina se i salti vanno effettuati o no quando si usano le seguenti istruzioni:

BMI (Salta se meno) — il bit N = 1
BPL (Salta se più) — il bit N = 0
BEQ (Salta se eguale a zero) — il bit Z = 1
BNE (Salta se non uguale a zero) — il bit Z = 0

Si noti il bit zero (etichettato C) del registro di stato. Se c'è un riporto quando viene eseguita un'istruzione, questo bit del registro di stato viene posto a uno (1). Nel nostro precedente esempio:

Anche se il bit in più non appare nell'accumulatore, non è stato perso. È nel bit di riporto del registro di stato. Il programmatore deve control-

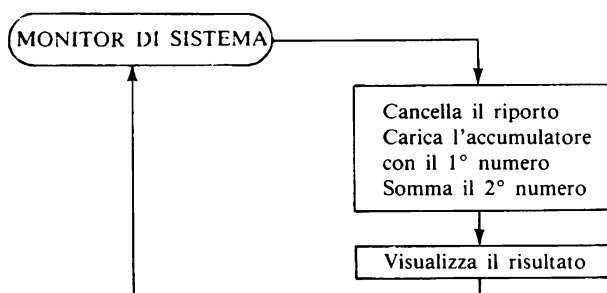
lare questo bit per vedere se c'è stato un riporto. Il set di istruzioni del 6502 dà un modo per farlo. Infatti, si possono usare due istruzioni.

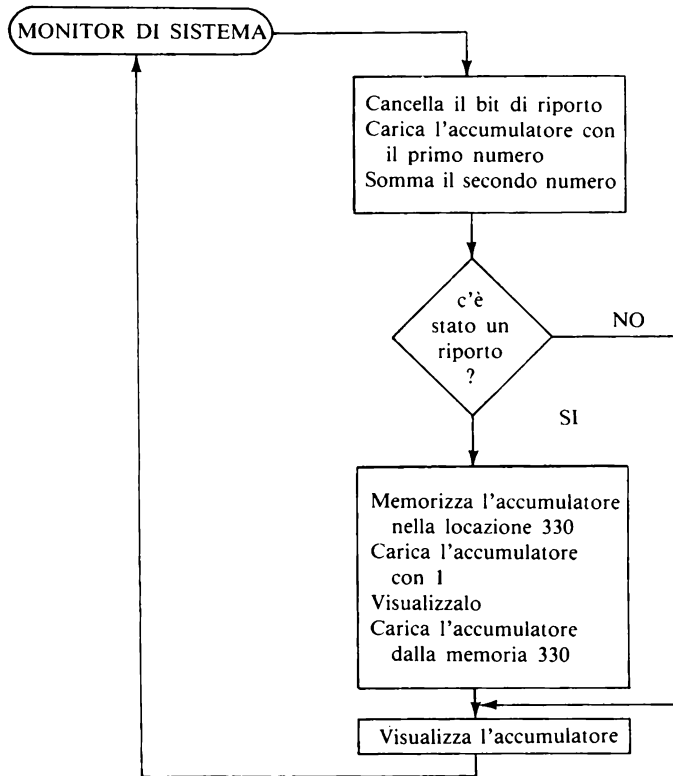
B0 BCS (salta se il riporto è uno)
↗
Codice op.

Quando viene eseguita questa istruzione, *se il bit di riporto è uno*, viene effettuato un salto in avanti e indietro del numero di passi specificato.

90 BCC (salta se il riporto è zero)
↗
Codice op.

Quando viene eseguita questa istruzione, *se il bit di riporto è zero* (è stato cancellato), viene effettuato un salto in avanti o indietro del numero di passi specificato.

Il nostro primo programma di somma lavorava così:

Per tener conto del riporto creato da una somma maggiore di FF, dobbiamo modificare il diagramma di flusso.

Il programma di somma modificata lavorerà così:

Esistono due possibilità quando si è eseguita l'addizione. L'azione presa dipende dalla presenza o meno del riporto.

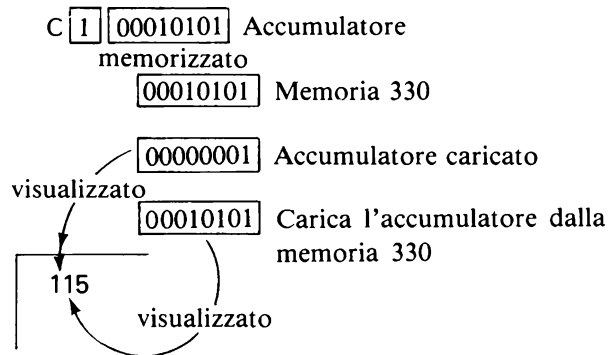
1. SENZA RIPORTO

$$\begin{array}{r} 32 \\ +\ 28 \\ \hline 5A \end{array}$$

C [0] [01011010] Accumulatore

RISPOSTA VISUALIZZATA IMMEDIATAMENTE

2. CON RIPORTO

$$\begin{array}{r} 32 \\ +E3 \\ \hline 115 \end{array}$$

Useremo l'istruzione di salto sul riporto uguale a zero per modificare il nostro programma di somma per tener conto di somme maggiori di FF.

PROGRAMMA DI SOMMA MODIFICATO

1. Cancella il bit di riporto

```
300 18   CLC         Cancella il riporto
```

2. Carica e somma due numeri, poi salta se non c'è riporto

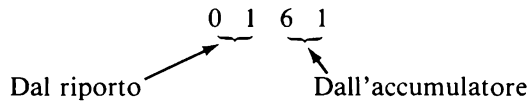
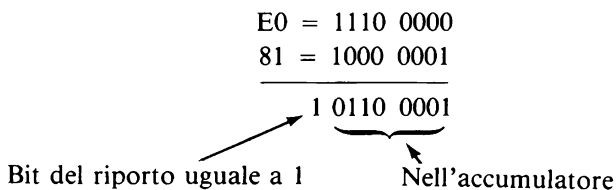
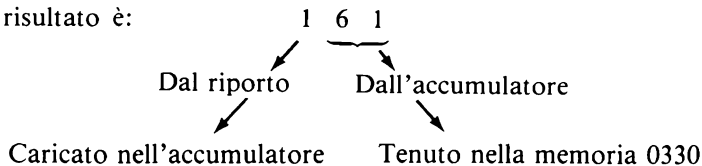
```
301 A9   LDA E0      Carica il 1° numero
302 E0
303 69   ADC 81      Somma il 2° numero
304 81
305 90   BCC 0B      Se non c'è riporto, salta di 11
306 0B               passi in avanti
```

3. Se c'è riporto, memorizza l'accumulatore; carica e visualizza il riporto

```
307 8D   STA 0330    Salva la parte bassa del risultato
308 30
309 03
30A A9   LDA 01      Carica il riporto
30B 01
30C 20   JSR FDDA    Visualizza
30D DA
30E FD
30F AD   LDA 0330    Ricarica la parte bassa del risul-
310 30               tato
311 03
```

4. Visualizza l'accumulatore e ritorna al monitor

```
312 20   JSR FDDA    Visualizza l'accumulatore
313 DA
314 FD
315 60   RTS         Ritorna al monitor
```

Se la somma dei numeri è FF o meno, non si avrà riporto. Perciò, l'accumulatore conterrà il vero risultato. A 305 sarà effettuato un salto, ed il valore nell'accumulatore sarà visualizzato dall'istruzione JSR a 312. (Le linee 307-311 vengono saltate.)
Se la somma è maggiore di FF, il bit di riporto sarà posto uguale a uno. L'accumulatore non contiene il vero risultato. Contiene solo gli 8 bit più bassi. Poiché la subroutine di visualizzazione stampa il contenuto dell'accumulatore, dobbiamo salvare gli 8 bit più bassi cosicché il video mostri prima il bit di riporto. Dopo aver messo la parte bassa in memoria, l'accumulatore viene caricato con uno. Quando l'uno sarà stato visualizzato, l'accumulatore sarà caricato con gli 8 bit bassi e stampato. Il risultato apparirà come un numero completo:

Nel nostro esempio, sappiamo che il risultato sarà maggiore di FF (dal nostro calcolo con carta e matita).

Ora, poiché sapete il risultato, inserite il programma.

```
*300:18 A9 E0 69 81 90 0B 8D 30 03 A9 01
 20 DA FD AD 30 03 20 DA FD 60

*■            Premete RETURN dopo aver inserito tutti i codici
```

Ora eseguite il programma

Nel programma è stata usata una nuova istruzione.

a 30F:	LDA 0330	Questa indica di caricare l'accumulatore dalla memoria usando il modo di indirizzamento assoluto. Il dato viene caricato dalla locazione di memoria specificata.

SOTTRAZIONE

Diamo ora un'occhiata alla sottrazione. Consideriamo prima come verrebbe eseguita una sottrazione binaria con carta e matita. Ricordate che l'aritmetica binaria è fatta in base due. Così, quando si ha un prestito, si presta una potenza di due invece di una potenza di dieci, come si farebbe se usassimo il sistema decimale.
Se un bit è 0, il prestito lo rende 10.

Esempio

Supponiamo di avere il numero binario 110. Guardate i valori di posizione di ogni bit.

2^2 2^1 2^0
1 1 0 ← Questo bit è 0

Se viene fatto un prestito per aumentare il bit 20,

Esempio di sottrazione:

6 decimale −3 decimale in binario è:

È effettivamente proprio come la sottrazione nel sistema decimale, eccetto che si prestano potenze di due anziché potenze di dieci. Ecco alcuni esempi di sottrazioni di numeri binari di 8 bit.

Senza prestito

	10101101	= AD ESA	=	173 decimale
−	00100101	= 24 ESA	=	37 decimale
	10001000	= 88 ESA	=	136 decimale

Con prestito

4C – 23 = 19 ESA

Dopo tutto questo, dobbiamo ammettere che il calcolatore non fa le sottrazioni in quel modo. Non ha carta e matita. In effetti non sa per niente come sottrarre. Il computer usa un metodo chiamato *addizione in complemento a due*.
Può sembrare strano usare l'addizione per eseguire un'operazione di sottrazione. Tuttavia, facendo così, l'unità aritmetica del microprocessore 6502 necessita soltanto di un sommatore per eseguire tutta la sua aritmetica. Perciò, non deve essere così complicato come se dovesse avere un sommatore ed un sottrattore.
Per comprendere che cosa si intende per *complemento a due*, guardate i seguenti esempi di complemento a uno binario.

1. Un numero binario ——→ 10011100
   Il suo complemento a uno → 01100011 ←— Tutti gli 1 diventano 0. Tutti gli 0 diventano 1.
2. Un numero binario ——→ 01010101
   Il suo complemento a uno → 10101010

Il complemento a uno è ottenuto cambianto ogni bit del numero (un uno o uno zero) nel suo opposto (o complemento). Tutti gli 1 sono cambiati in 0, e tutti gli 0 in 1.
Per ottenere il complemento a due di un numero binario, dobbiamo soltanto sommare uno (1) al complemento a uno del numero, come mostrato nei seguenti esempi.

1. Il numero ⟶ 10011101
   Complemento a uno ⟶ 01100010
   Somma uno + 1
   Complemento a due ⟶ 01100011

2. Il numero ⟶ 10011100
   Complemento a uno ⟶ 01100011
   Somma uno + 1
   Complemento a due ⟶ 01100100

3. Il numero ⟶ 01010101
   Complemento a uno ⟶ 10101010
   Somma uno + 1
   Complemento a due ⟶ 10101011

Vediamo ora come il calcolatore usa il complemento a due in un problema di sottrazione. Confrontate con la nostra sottrazione con carta e matita di prima.

Esempio

1.

```
  10101101
— 00100101 ← Questo numero viene cambiato nel
             suo complemento a due
  11011011 ←————————→
```

Poi il complemento a due viene sommato al numero originale.

Se il metodo del computer per la sottrazione vi sconcerta, rilassatevi! Non dovete preoccuparvi sul come fa la sottrazione. Potete controllare il risultato con il vecchio metodo carta e matita.
Tentiamo una sottrazione in un programma in linguaggio macchina. Cambiando due istruzioni nel nostro programma iniziale per l'addizione, avremo:

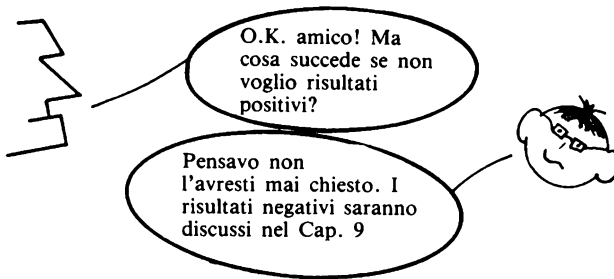
```
            SOTTRAZIONE DI DUE NUMERI

1 COMMENTO **BIT DI RIPORTO UGUALE A UNO*

    300 38   SEC        Mette a uno il bit del riporto

2 COMMENTO *CARICA E SOTTRAE DUE NUMERI*

    301 A9   LDA 3C     (Carica il primo numero)
    302 3C

    304 23

3 COMMENTO *VISUALIZZA IL RISULTATO E RITORNA
  AL MONITOR*

    305 20   JSR FDDA   (Visualizza il risultato)
    306 DA
    307 FD

    308 60   RTS        (Ritorna al monitor)
```

Nella parte 1, l'istruzione SEC è usata per porre uno (1) nel bit di riporto del registro di stato. Nella sottrazione, il bit di riporto viene usato per ottenere il complemento a due del numero da sottrarre. Perciò, SEC (*SEt Carry flag*, metti uno nel flag di riporto) è data *prima* dell'esecuzione della sottrazione. Il codice op. di SEC è 38. L'istruzione è usata soltanto nel modo implicito.
Nella parte 2, il primo numero è caricato nell'accumulatore. Poi viene usata l'istruzione SBC (*SuBtraCt with borrow*, sottrazione con prestito) nel modo immediato (codice op. E9). Il complemento a due del numero che segue immediatamente l'istruzione è sommato al numero nell'accumulatore. Il risultato della sottrazione (addizione in complemento a due) è lasciato nell'accumulatore.
La parte 3, come prima, visualizza il risultato e ritorna al monitor di sistema.

Inserite il programma con il monitor.

```
*300:38 A9 3C E9 23 20 DA FD 60

*■
```

Poi eseguite il programma

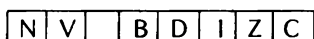
Provate altri numeri alle locazioni 302 e 304. Assicuratevi che il numero usato a 302 sia maggiore di quello che volete sottrarre (a 304), se volete risultati positivi.

Abbiamo ristretto la nostra discussione ai numeri positivi che possono essere espressi in 8 bit (un byte). Questi numeri sono minori di 256 (100 esadecimale). Nel prossimo capitolo prenderemo in considerazione i numeri negativi ed i numeri positivi che possono essere più grandi di 255.

SOMMARIO

È stato introdotto il monitor di sistema assieme ai seguenti simboli e comandi.

*	Prompt del monitor di sistema
*300:A9	Modifica una singola locazione di memoria

*300:A9 13 8D 25 3 60	Modifica locazioni successive. Usato nell'inserimento di nuovi programmi.
*300	Esamina una singola locazione
*300.305	Esamina le locazioni da 300 a 305 (esadecimale)
*300G	Esegue il programma in linguaggio macchina che inizia alla locazione 300 (esadecimale)

Avete anche imparato ad inserire un programma che somma 2 numeri esadecimali di un byte e visualizza il risultato. Il bit di riporto è stato usato per individuare i risultati maggiori di quelli che possono essere contenuti in un singolo byte.
È stata spiegata la sottrazione per mezzo dell'addizione in complemento a due.
Sono stati discussi i singoli bit del registro di stato del processore.

Sono state introdotte parecchie nuove istruzioni.

Codice mnemonico	*Modo di indirizzamento*	*Codice op.*	*Byte usati*	*Funzione*
CLC	Implicito	18	1	Cancella il flag di riporto
ADC	Immediato	69	2	Somma il dato immediato all'accumulatore
BCS	Relativo	B0	2	Salta se il riporto è uno
BCC	Relativo	90	2	Salta se il riporto è zero
LDA	Assoluto	AD	3	Carica l'accumulatore dalla memoria specificata
SEC	Implicito	38	1	Poni il flag di riporto uguale a uno

ESERCIZI

1. Scrivete i codici mnemonici delle istruzioni di somma con riporto e di sottrazione con prestito.
   ____________________ e ____________________

2. L'istruzione di addizione con riporto somma un numero al contenuto dell'accumulatore. Quale altro valore somma?
   ____

3. Se i valori esadecimali 35 e 6A vengono sommati dal programma Somma due numeri, che valore sarà visualizzato?

   ____

4. Se i valori esadecimali 85 e 9A vengono sommati dal programma Somma due numeri, che valore sarà visualizzato?

   ____

5. Se il programma di Somma modificato viene usato per sommare i numeri esadecimali 85 e 9A, che valore verrà memorizzato in: 0330___________

6. Nell'Esercizio 5, che cosa sarà visualizzato dopo l'esecuzione del programma?

   ____

7. Qual è il complemento a uno di 10110011? ________________

8. Qual è il complemento a due di 01101101? ________________

9. Se il programma Sottrazione di due numeri viene usato per sottrarre 23 (esadecimale) da AF (esadecimale), che cosa sarà visualizzato dopo l'esecuzione del programma?

   ____

10. Qual è il risultato di A3—2F (valori esadecimali)?

    ____

RISPOSTE AGLI ESERCIZI

1. ADC e SBC
2. Il valore nel bit di riporto
3. 9F (ESA)
4. 1F (ESA) (Il risultato effettivo è 11F, ma il bit di riporto non è visualizzato).
5. 0330 = 1F
6. 011F (ESA)
7. 01001100
8. 10010011
9. 8C (ESA)
10. 74 (ESA)

CAPITOLO NOVE

Precisione multipla e numeri negativi

MS

Per poter trattare numeri grandi, è necessario lavorare con valori contenuti in più byte. In questo paragrafo prenderemo in considerazione numeri di due byte. Se ci limitiamo ai numeri positivi, due byte possono rappresentare numeri grandi quanto:

Si possono ottenere valori maggiori estendendo il numero di byte come desiderato.

ADDIZIONE A DUE BYTE

Due byte sono meglio di uno

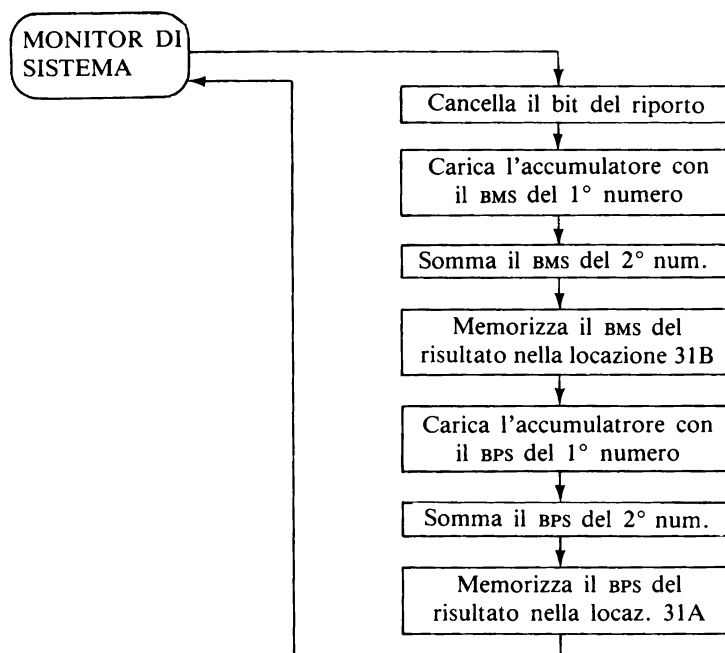
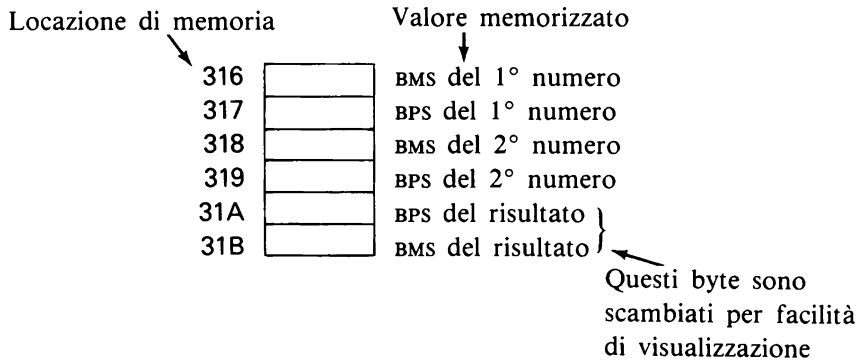
Un'addizione con carta e matita di numeri di due byte ci aiuterà a decidere come scrivere un programma per eseguire l'operazione sul computer. Supponiamo di voler sommare questi due numeri esadecimali di due byte.

Notate, in questo esempio si ha un riporto dall'addizione dei byte meno significativi. L'istruzione ADC (*ADd with Carry*, somma con riporto)

sommerà automaticamente questo bit di riporto alla somma dei byte più significativi. Perciò, sembra che i numeri di due byte vengano sommati con una addizione usuale.

Prima i byte meno significativi e poi i byte
piú significativi.

Se disegnamo un diagramma di flusso delle operazioni che devono essere eseguite, ci aiuterà a scrivere il programma passo per passo.

DIAGRAMMA DI FLUSSO

Sembra un programma molto lineare. Fissiamo un blocco di locazioni per memorizzare i byte che devono essere sommati e quelli del risultato dell'addizione. Poiché ci sono 2 byte per ogni numero, abbiamo bisogno di 6 byte.

Seguendo il diagramma di flusso si può scrivere il programma.

ADDIZIONE A DUE BYTE

1 COMMENTO *CANCELLA IL BIT DI RIPORTO*

```
300 18   CLC
```

2 COMMENTO *CARICA, SOMMA E MEMORIZZA I BMS*

```
301 AD   LDA,0316 ←— Carica il BMS del 1° numero
302 16
303 03

304 6D   ADC,0318 ←— Somma il BMS del 2° numero
305 18
306 03

307 8D   STA,031B ←— Memorizza il risultato del BMS
308 1B
309 03
```

3 COMMENTO *CARICA, SOMMA E MEMORIZZA I BPS E POI RETURN*

```
30A AD   LDA,0317 ←— Carica il BPS del 1° numero
30B 17
30C 03

30D 6D   ADC,0319 ←— Somma il BPS del 2° numero
30E 19
30F 03
```

```
310 8D   STA,031A  ←— Memorizza il risultato del BPS
311 1A
312 03

313 60   RTS       ←— Ritorna al monitor
```

4 COMMENTO *DATI*

```
314 00   BRK          Riempito
315 00   BRK          Riempito
316 A4             ←— BMS del 1° numero
317 55             ←— BPS del 1° numero
318 B3             ←— BMS del 2° numero
319 3C             ←— BPS del 2° numero
```

Notate, questa volta abbiamo usato le istruzioni LDA e ADC nel modo assoluto. Il codice op. per LDA, quando viene usata in questo modo, è AD. Il codice op. è seguito dal byte meno significativo dell'indirizzo che contiene il dato da caricare. Il byte più significativo di questo indirizzo segue come terzo byte dell'istruzione.

```
AD  ←—— Codice op. per LDA (modo assoluto)
16  ←—— Byte meno significativo dell'indirizzo
03  ←—— Byte, più significativo dell'indirizzo
```

Il codice per ADC nel modo assoluto è 6D. Anche qui, il codice op è seguito dall'indirizzo che contiene il numero da sommare. Quindi viene dato il byte meno significativo dell'indirizzo, e poi il byte più significativo.

```
6D  ←—— Codice op. per ADC (modo assoluto)
18  ←—— Byte meno significativo dell'indirizzo
03  ←—— Byte più significativo dell'indirizzo
```

Nella nostra addizione con carta e matita abbiamo trovato il risultato 9257 esadecimale. Ora facciamolo fare al computer. Prima inserite i programma.

Poi eseguitelo.

```
*300:18 AD 16 03 6D 18 03 8D 1B 03 AD 17
 03 6D 19 03 8D 1A 03 60 00 00 A4 55 B3
 3C

*300G <------------------------------ RUN

*■
```

Adesso esaminiamo le locazioni 31A e 31B per vedere i risultati.

```
*300:18 AD 16 03 6D 18 03 8D 1B 03 AD 17
 03 6D 19 03 8D 1A 03 60 00 00 A4 55 B3
 3C

*300G

*31A.31B

031A—92 57<---- Eccolo, lo stesso che con carta e matita
*■
```

SOTTRAZIONE A DUE BYTE

La sottrazione di numeri di due byte è eseguita in modo simile. Il programma Somma due numeri può essere modificato con tre semplici cambiamenti.

a 300 cambiate 18 (CLC) con 38 (SEC) ←Bit del riporto uguale a uno

a 304 e a 30 D } cambiate 6D (ADC) con ED (SBC) ← Sottrazione con prestito

La modifica a 300 pone a uno il bit di riporto in preparazione della sottrazione proprio come è stato fatto nel programma per la sottrazione ad un byte. L'istruzione di somma con riporto (ADC) viene sostituita da quella di sottrazione con prestito (SBC). L'istruzione di sottrazione è

usata nel modo assoluto con l'indirizzo che contiene il numero da sottrarre subito dopo il codice op.

ED ⟵ Codice op. SBC (modo assoluto)
18 ⟵ Byte meno significativo dell'indirizzo
03 ⟵ Byte piú significativo dell'indirizzo

Così, il byte meno significativo del valore da sottrarre è contenuto nell'indirizzo 0318 esadecimale. Il byte più significativo è invece contenuto nell'indirizzo 0319 esadecimale. Esso è sottratto dal byte più significativo del primo valore dall'istruzione:

ED ⟵ Codice op. SBC (modo assoluto)
19 ⟵ Byte meno significativo dell'indirizzo
03 ⟵ Byte piú significativo dell'indirizzo

Avete due scelte.
(a) Se avete ancora in memoria il programma di addizione a due byte, fate i tre cambiamenti.

```
*300:38
*304:ED
*30D:ED

*■
```

(b) Se non avete il programma in memoria, inserite il nuovo programma con le modifiche.

```
*300:38 AD 16 03 ED 18 03 8D 1B 03 AD 17
 03 ED 19 03 8D 1A 03 60 00 00 A4 55 B3
 3C

*■
```

Poi eseguite il programma.

```
.
.
*300G

*■
```

Ed esaminate le locazioni che contengono il risultato.

```
.
.
.
.
*300G

*31A.31B

0314—18 F1 ←——————— Risposta
*■
```

```
  55A4 =   0101 0101 1010 0100
– 3CB3 =   0011 1100 1011 0011
           -------------------
           0001 1000 1111 0001  binario
```

$= \quad 1 \quad 8 \quad F \quad 1$ ESA ←——Sì, corrisponde!

$= (1 \times 16^3) + (8 \times 16^2) + (15 \times 16) + 1$

$= 4096 + 2048 + 240 + 1$

$= 6385$ decimale

Per sommare o sottrarre numeri che richiedono più di due byte, si può estendere la procedura relativa ai due byte. L'operazione viene sempre eseguita dal byte meno significativo in avanti (da destra a sinistra).

DIAGRAMMA DI FLUSSO PER L'ADDIZIONE A PIÙ BYTE

4. Ripeti il Passo 3 finché tutti i byte sono stati memorizzati.

NUMERI NEGATIVI

È possibile considerare il modo in cui i dati sono rappresentati nel computer in maniera differente. Se si devono rappresentare numeri con segno (quelli che sono positivi, negativi o nulli), il computer deve avere un modo per distinguerli.
Consideriamo un dato di 8 bit come composto da un bit del segno e sette bit di dato

(a) Se la posizione del segno contiene zero (0) il dato è considerato un numero positivo.

Esempio

0 1 1 1 1 1 1 1 = +127 (64+32+16+8+4+2+1)
0 1 1 1 1 1 1 0 = +126 (64+32+16+8+4+2)
0 1 1 1 1 1 0 1 = +125 (64+32+16+8+4 +1)
0 1 1 1 1 1 0 0 = +124 (64+32+16+8+4)
. . .
. . .

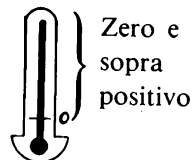
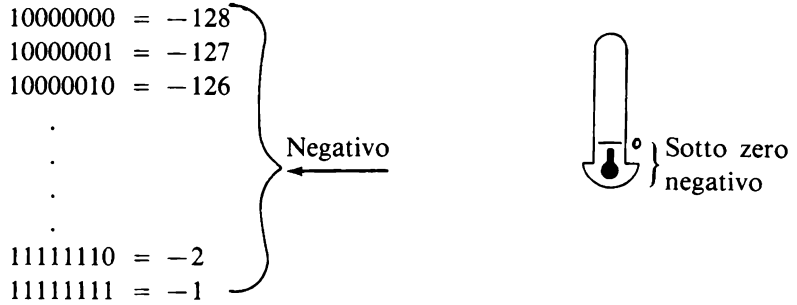
```
    .              .              .
    .              .              .
    .              .              .
0 0 0 0 0 0 1 1  =  +3 (              +2+1)
0 0 0 0 0 0 1 0  =  +2 (              +2  )
0 0 0 0 0 0 0 1  =  +1 (                +1)
0 0 0 0 0 0 0 0  =  +0 (                  )
```

Lo zero è considerato un numero positivo dalle istruzioni di salto

(b) Se la posizione del segno contiene un uno (1), il dato è considerato un numero negativo.

Esempio

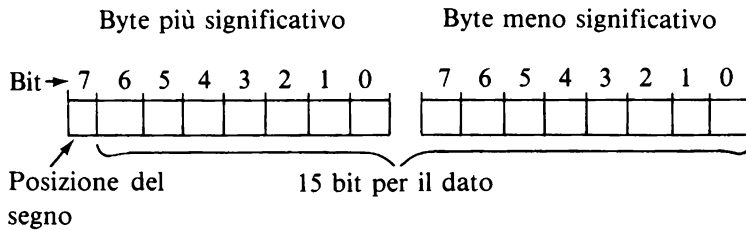
```
1 0 0 0 0 0 0 0  =  -128
1 0 0 0 0 0 0 1  =  -127
1 0 0 0 0 0 1 0  =  -126
1 0 0 0 0 0 1 1  =  -125
1 0 0 0 0 1 0 0  =  -124

1 1 1 1 1 0 1 1  =  -5
1 1 1 1 1 1 0 0  =  -4
1 1 1 1 1 1 0 1  =  -3
1 1 1 1 1 1 1 0  =  -2
1 1 1 1 1 1 1 1  =  -1
```

Abbiamo imparato ad interpretare numeri positivi sia binari che decimali, ma cosa si può dire dei numeri negativi? Essi non ci appaiono per niente familiari. Tuttavia, vogliamo vedere che ogni codice a 8 bit può rappresentare tutti gli interi da -128 a $+127$.

Date un'occhiata ai negativi e guardate se c'è una relazione significativa con le loro controparti positive.
Considerate il numero positivo 126 = 01111110.
Il suo complemento a uno = 10000001
Il suo complemento a due = 10000010
Confrontate quest'ultimo con −126 = 10000010

La rappresentazione binaria di un numero negativo (da −1 a −127) è uguale al complemento a due della sua controparte positiva.

−127 = il complemento a due di +127
−126 = il complemento a due di +126
−125 = il complemento a due di +125

−2 = il complemento a due di +2
−1 = il complemento a due di +1

Per numeri di due byte, si considera come posizione del segno il *bit più significativo* del *byte più significativo*.

Una discussione completa dell'aritmetica dei numeri con segno va oltre gli scopi di questo libro. Per approfondire questo argomento consultate il *MOS Technology Programming Manual*.

Per i nostri scopi, dobbiamo renderci conto che certe istruzioni di salto controllano i numeri per vedere se sono positivi o negativi. Questa determinazione dipende dal flag negativo del registro di stato del processore, se vale 0 o 1. Il flag negativo viene posto a 1 quando il computer interpreta i risultati di certe istruzioni come numeri negativi (un 1 nel bit 7). Metteremo in risalto questo fatto nelle attività ricreative che seguono.

IL GIOCO "INDOVINA IL NUMERO"

Probabilmente avete visto questo gioco molte volte su libri e riviste. Solitamente è pubblicato in Basic. Noi mostreremo una versione in linguaggio macchina che utilizza le istruzioni di salto basate sull'interpretazione dei numeri con segno. Questa interpretazione dipende dal *flag negativo* (o bit) del registro di stato del processore.

BMI	(Salta sul risultato meno) Codice op. = 30 Modo di indirizzamento relativo	Salta se il flag negativo è uguale a 1 (risultato negativo)
BPL	(Salta sul risultato più) Codice op. = 10 Modo di indirizzamento relativo	Salta se il flag negativo è uguale a 0 (risultato positivo)

Useremo anche l'istruzione di salto sul risultato uguale, che fa uso del flag zero nel registro di stato del processore.

BEQ	(Salta sul risultato uguale) Codice op. = F0 Modo di indirizzamento relativo	Salta se il flag zero è uguale a 1 (risultato uguale a zero)

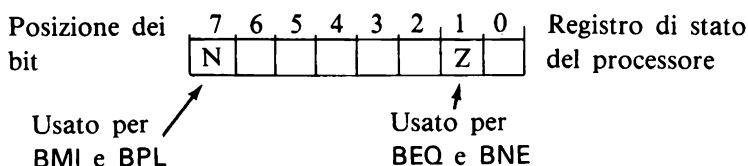
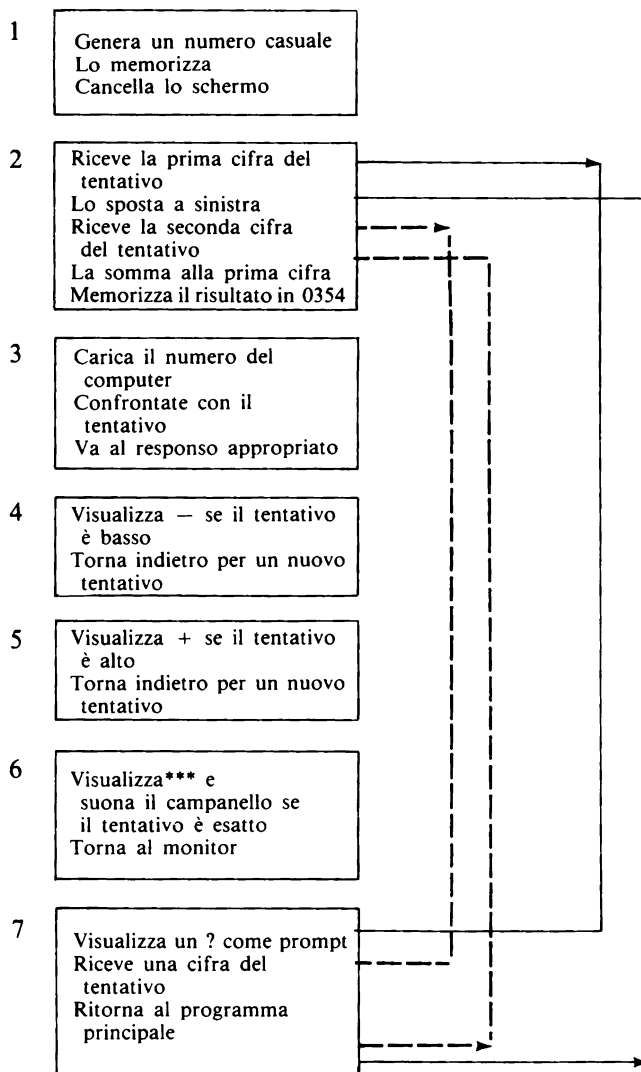
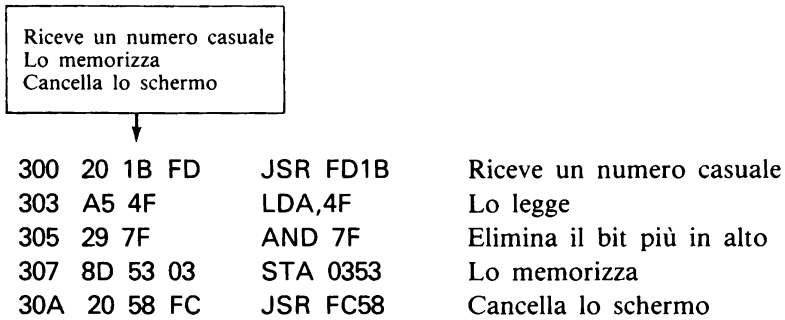



DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL PROGRAMMA INDOVINA IL NUMERO

Il programma usa molte utili subroutine del monitor di sistema. Senza queste subroutine, il programma avrebbe richiesto parecchie pagine per essere listato e sarebbe diventato piuttosto complesso. Dovreste studiare nei particolari l'*Apple II Reference Manual* per poter sfruttare queste subroutine ogniqualvolta sia possibile.

Esaminate dettagliatamente il programma. Se capite come lavora, sarete in grado di modificarlo a vostro piacere. Abbiamo dato il programma fondamentale, ma voi potete fare numerose aggiunte.

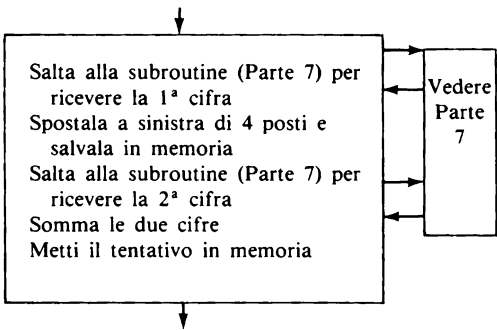
Prima parte

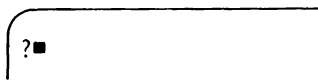
```
300  20 1B FD    JSR FD1B    Riceve un numero casuale
303  A5 4F       LDA,4F      Lo legge
305  29 7F       AND 7F      Elimina il bit più in alto
307  8D 53 03    STA 0353    Lo memorizza
30A  20 58 FC    JSR FC58    Cancella lo schermo
```

Prima si fa uso della subroutine KEYIN a FD1B. Essa legge la tastiera ed aspetta la pressione di un tasto. Quando viene premuto un tasto, nella locazione 004F viene posto un numero casuale. Il codice del carattere inserito è messo nell'accumulatore, ma il nostro programma lo ignora. Siamo interessati soltanto al numero casuale che è stato generato. Questo numero viene caricato nell'accumulatore da 004F. Poi viene eseguito l'AND con 7F. Questo restringe il valore casuale ad un numero esadecimale positivo tra 0 e 7F. Ricordate, il computer interpreta i numeri da 80 a FF come negativi. Non considereremo questi numeri. Se includessimo i numeri negativi, il programma diventerebbe molto più complicato. Vi ricordate l'istruzione AND del Cap. 7? Questa volta la stiamo usando per "togliere" il bit più alto del numero casuale per essere sicuri che il computer non dia un numero negativo.

Esempio: Supponiamo che il numero casuale sia F3 (negativo).

```
F3    =    1111 0011
           0111 1111      AND con 7F
           ---------
           0111 0011   73 un numero positivo
```

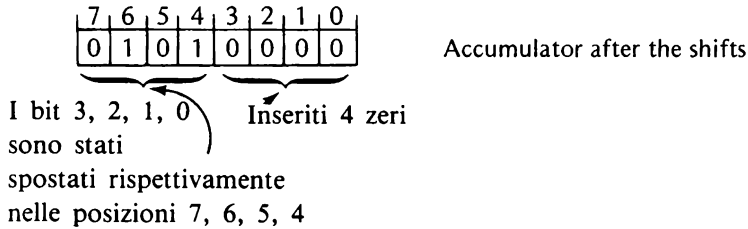
Il numero casuale viene quindi memorizzato nella locazione 0353. Lo richiameremo più avanti per confrontarlo con il nostro tentativo. Poi viene cancellato lo schermo, con la routine del monitor a FC58, in preparazione della parte di programma relativa al tentativo.

Seconda parte

```
30D 20 55 03    JSR 0355     Riceve la prima cifra
                             del tentativo
310 0A 0A 0A    ASL          Sposta a sinistra di
313 0A                       quattro posizioni
314 8D 54 03    STA 0354     Memorizza la prima
                             cifra
317 20 5A 03    JSR 035A     Riceve la seconda cifra
31A 18          CLC          del tentativo
31B 6D 54 03    ADC 0354     Combina le 2 cifre
31E 8D 54 03    STA 0354     Memorizzale nuova-
                             mente
```

A 30D viene chiamata una subroutine (vedere parte 7) che visualizza un punto interrogativo come prompt per farvi sapere che il computer sta aspettando il vostro tentativo (un numero esadecimale a due cifre minore di 20).

La subroutine permette l'inserimento di una cifra del vostro tentativo di due cifre, modifica il suo codice ASCII, e poi ritorna a 310, dove il valore è spostato a sinistra di 4 posizioni.
Supponiamo che abbiate inserito un 5:

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	1	0	1

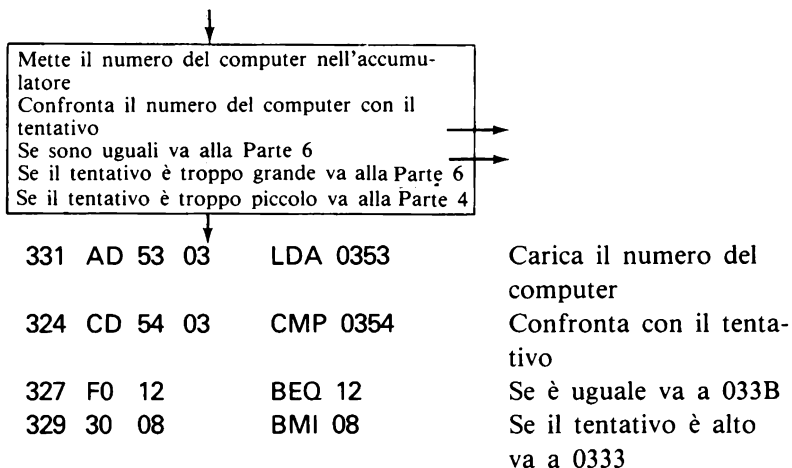
Accumulatore prima dello spostamento.

5

Questo risultato viene memorizzato nella locazione 0354 come 50 (esadecimale). A 317, la subroutine (parte 7) è chiamata ancora per ricevere la seconda cifra del tentativo. La subroutine modifica il codice ASCII di quella cifra e ritorna al programma principale a 31A.
Ora la prima cifra è sommata alla seconda.
Supponiamo che la vostra seconda cifra sia 7.

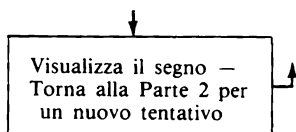
0 0 0 0 0 1 1 1		Accumulatore (seconda cifra)
	+	
0 1 0 1 0 0 0 0		Dalla memoria 0354
	=	
0 1 0 1 0 1 1 1		Il tentativo a due cifre

Il tentativo è poi memorizzato nella locazione 0354.

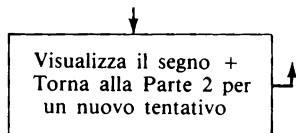
Terza parte

```
331  AD 53 03    LDA 0353    Carica il numero del
                             computer
324  CD 54 03    CMP 0354    Confronta con il tenta-
                             tivo
327  F0 12       BEQ 12      Se è uguale va a 033B
329  30 08       BMI 08      Se il tentativo è alto
                             va a 0333
```

Il numero del calcolatore ed il vostro vengono confrontati. Se sono uguali, l'istruzione BEQ a 327 manda il programma a 338 (parte 6) per visualizzare il messaggio di vittoria. Se il tentativo è troppo alto, il con-

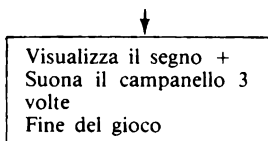
fronto (computer-tentativo) è negativo, e l'istruzione BMI a 329 manda il programma a 333 (parte 5) per visualizzare un segno + e ritornare per un nuovo tentativo. Se il tentativo è troppo basso, il programma procede alla parte 4.

Quarta parte

```
32B A9 AD      LDA #AD     Carica (—)
32D 20 ED FD   JSR FDED    Visualizza
330 4C 0D 03   JMP 030D    Torna indietro per un
                           nuovo tentativo
```

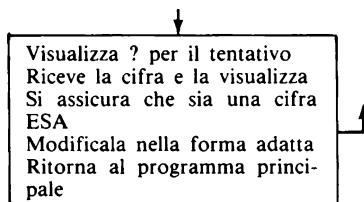
Viene visualizzato il segno meno per indicare che il tentativo è troppo basso. Il programma poi torna indietro per ricevere la prima cifra del nuovo tentativo.

Quinta parte

```
333 A9 AB      LDA #AB     Carica (+)
335 20 ED FD   JSR FDED    Visualizza
338 4C 0D 03   JMP 030D    Torna indietro per un
                           nuovo tentativo
```

Viene visualizzato il segno più per indicare che il tentativo è troppo alto. Il programma poi torna indietro per ricevere la prima cifra del nuovo tentativo.

Sesta parte

33B	20	8E	FD	JSR FD8E	Ritorno del carrello
33E	A9	AA		LDA AA	Carica (*)
340	20	ED	FD	JSR FDED	Visualizzalo 3 volte
343	20	ED	FD	JSR FDED	
346	20	ED	FD	JSR FDED	
349	20	3A	FF	JSR FF3A	Suona il campanello 3 volte
34C	20	3A	FF	JSR FF3A	
34F	20	3A	FF	JSR FF3A	
352	60			RTS	Ritorna al monitor
353	00	00			Posto per i dati

Questo è il messaggio di vittoria. Vengono visualizzati tre asterischi seguiti da tre suoni del campanello (subroutine del monitor a FF3A). Il controllo è ritornato al monitor. Le locazioni 353 e 354 sono usate per memorizzare i numeri (casuale e del tentativo).

Settima parte

Questa subroutine viene usata dopo che è stato scelto il numero casuale nella parte 1. È visualizzato un punto interrogativo per avvisarvi di fare il tentativo. Dopo essere stata inserita, viene visualizzata la prima cifra. Poi la subroutine esegue una serie di test per assicurarsi che la cifra ha un codice ASCII compreso tra B0 e B9 per le cifre decimali 0,1,2,3,4,5,6, 7,8,9, o tra C1 e C6 per le lettere A,B,C,D,E,F. Questo permette l'entrata di ognuna delle cifre esadecimali.

355	A9	BF		LDA #BF	Carica (?) come prompt per il tentativo
357	20	ED	FD	JSR FDED	Lo visualizza
35A	20	35	FD	JSR FD35	Riceve una cifra
35D	20	ED	FD	JSR FDED	La visualizza
360	C9	B0		CMP #B0	Controlla se è una cifra ESA valida

362	30 15	BMI 15	Se è bassa va a 379
364	C9 BA	CMP #BA	
366	30 0E	BMI 0E	Se è fra B0 e B9 va a 376
368	C9 C1	CMP #C1	
36A	30 0D	BMI 0D	Se è fra B9 e C1 va a 379
36C	C9 C7	CMP #C7	
36E	10 09	BPL 09	Se è troppo alta va a 379
370	29 0F	AND #0F	Elimina i bit in alto (C)
372	18	CLC	
373	69 09	ADC #09	Cambia ad (A-F)
375	60	RTS	Ritorna al programma principale
376	29 OF	AND #0F	Elimina i bit in alto (B)
378	60	RTS	Ritorna al programma principale
379	20 3A FF	JSR FF3A	Suona il campanello di input errato
37C	20 8E FD	JSR FD8E	Ritorno del carrello
37F	4C 55 03	JMP 0355	Da un altro prompt

Se viene battuto un tasto fuori dal range accettabile, suona il campanello ed il computer visualizza un nuovo punto interrogativo come prompt. Se il tasto ha un codice ASCII compreso tra B0 e B9, l'istruzione BMI a 366 manda il calcolatore a 376, dove la B del codice ASCII viene eliminata facendo un AND con 0F. Poi il computer ritorna al programma principale con il valore dell'accumulatore sistemato. Se il tasto ha codice ASCII compreso tra C1 e C6, l'istruzione AND a 370 elimina la C. Per ottenere una cifra esadecimale compresa tra A e F viene sommato nove al valore rimasto. Poi il calcolatore ritorna al programma principale.
Ora siamo pronti per inserire il programma. State molto attenti! Questo è un programma lungo. Non abbiate fretta. Inseritelo una parte alla volta e dopo aver inserito una parte controllatela prima di proseguire.

```
*300:20 1B FD A5 4F 29 7F 8D 53 03 02 58
 FC 20 55 03 0A 0A 0A 0A 8D 54 03 20 5A
03 18 6D 54 03 8D 54 03 AD 53 03 CD 54 0
3 F0                                    <---- Inserite

*300.327

0300- 20 1B FD A5 4F 29 7F 8D  <-------- Controllate
0308- 53 03 20 58 FC 20 55 03
0310- 0A 0A 0A 0A 8D 54 03 20
0318- 5A 03 18 6D 54 03 8D 54
0320- 03 AD 53 03 CD 54 03 F0
*■
```

Poi

```
*328:12 30 08 A9 AD 20 ED FD 4C 0D 03 A9
 AB 20 ED FD 4C 0D 03 20 8E FD A9 AA 20
ED FD 20 ED FD 20 ED

*328.347

0328- 12 30 08 A9 AD 20 ED FD
0330- 4C 0D 03 A9 AB 20 ED FD
0338- 4C 0D 03 20 8E FD A9 AA
0340- 20 ED FD 20 ED FD 20 ED
*■
```

Poi

```
*348:FD 20 3A FF 20 3A FF 20 3A FF 60 00
 00 A9 BF 20 ED FD 20 35 FD 20 ED FD C9
B0 30 15 C9 BA 30 0E

*348.367

0348- FD 20 3A FF 20 3A FF 20
0350- 3A FF 60 00 00 A9 BF 20
0358- ED FD 20 35 FD 20 ED FD
0360- C9 B0 30 15 C9 BA 30 0E
*■
```

Ed infine

```
*368:C9 C1 30 0D C9 C7 10 09 29 0F 18 69
 09 60 29 0F 60 20 3A FF 20 8E FD 4C 55
03

*368.381

0368- C9 C1 30 0D C9 C7 10 09
0370- 29 0F 18 69 09 60 29 0F
0378- 60 20 3A FF 20 8E FD 4C
0380- 55 03
*■
```

Controllate quello che avete inserito. Assicuratevi che alcuni di quegli zeri non siano lettere O maiuscole. Prendete coraggio e provate ad eseguirlo. Ecco una delle nostre tipiche esecuzioni (dopo aver scoperto e corretto tutti i nostri errori di battuta).

Quando premete il tasto return, il cursore scompare e sembra che non succeda nulla. Il computer sta generando un numero casuale. Quando premete un tasto qualsiasi, il processo terminerà ed il calcolatore avrà un numero casuale. Quindi... premete un tasto.

1. PREMERE UN TASTO QUALSIASI.

Abbiamo scritto 40

Abbiamo scritto 20

```
?40+?20-?■
        ↖ Il tentativo è troppo basso
```

Abbiamo dato 30

```
?40+?20-?30+?■
            ↖ Il tentativo è troppo alto
```

Abbiamo scritto 28

```
?40+?20-?30+?28+?■
                ↖ Ancora troppo alto
```

Abbiamo dato 24

```
?30+?20-?30+?28+?24
***  ←—— Tre squilli di campanello e tre
*■        asterischi sullo schermo. Il numero
          era 24!
```

Ding
Ding
Ding

In 5 tentativi!

Riproviamo per vedere che cosa succede se inseriamo dei caratteri non esadecimali.

Scrivete 300G per riprovare con un nuovo numero.

```
?40+?20-?30+?28+?24
***
*300G
```

Premete un tasto qualsiasi e verrà scelto un altro numero casuale. Lo schermo è cancellato e appare ?

Ecco i risultati di input non esadecimali.

Vediamo in memoria se i due numeri sono proprio uguali.

SOMMARIO

In questo capitolo avete imparato che si può eseguire un'addizione a due byte formattando i numeri grandi in due byte separati. Lo stesso vale per la sottrazione di numeri a due byte. Questa procedura può essere estesa all'aritmetica a più byte.
Sono stati visti programmi dimostrativi per addizioni e sottrazioni a due byte. Avete avuto la possibilità di esercitarvi esaminando e modificando il contenuto della memoria per mezzo del monitor di sistema.
Avete imparato che il formato per numeri con segno è:

Siete anche in grado di trasformare i numeri binari negativi negli equivalenti decimali usando il sistema del complemento a due.
È stato spiegato il gioco indovina il numero, che utilizza delle decisioni basate sui numeri con segno.

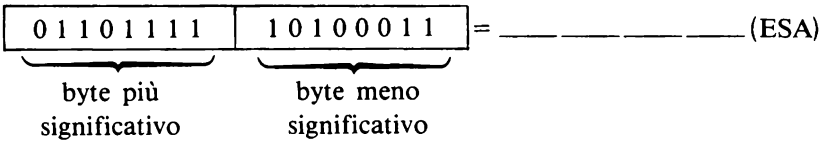
Nuove istruzioni usate

Codice mnemonico	*Modo di indirizzamento*	*Codice op.*	*Byte usati*	*Funzione*
ADC	Assoluto	6D	3	Somma il contenuto della memoria all'accumulatore
SBC	Assoluto	ED	3	Sottrae il contenuto della memoria dall'accumulatore
LDA	Pagina zero	A5	2	Carica l'accumulatore dalla memoria di pagina zero (00XX)
CMP	Assoluto	CD	3	Confronta il contenuto dell'accumulatore con il contenuto della memoria

Nuove subroutine usate

Funzione	*Locazione in memoria*
KEYIN per ricevere un numero casuale	FD1B
CROUT per eseguire un ritorno di cursore	FD8E
BELL1 per suonare il camapanello	FF3A

ESERCIZI

1. Qual è la rappresentazione esadecimale a quattro cifre del seguente valore binario senza segno a due byte?

2. Il programma Addizione a due byte somma 55A4 e 3CB3 esadecimali. Mostrate come modificare il programma per cambiare questi due valori in 5A45 e 3B3C esadecimali.

```
* ____________________________________________
```

3. Se il programma Addizione a due byte venisse eseguito con le modifiche dell'Esercizio 2, che risultato sarebbe visualizzato con il seguente comando?

```
*300G

*31A.31B

_______________
```

4. Nella sottrazione a due byte, su che byte si opera prima? Sul byte _______________ significativo.
(più, meno)

5. Sottraete 03C5 da 25A2 (esadecimali). Usate un programma, l'addizione in complemento a due, oppure il metodo con carta e matita.

6. Qual è il bit usato per distinguere i numeri con segno?
____

7. Qual è l'interpretazione decimale del numero con segno 10111010?

8. Se il computer sceglie come numero esadecimale casuale 6D, e voi, alla richiesta del tentativo, inserite 40, che cosa sarà visualizzato?

```
?40 _______________
```

9. Se nel gioco Indovina il numero viene generato il numero casuale 9E nella locazione 300, che numero sarà memorizzato nella locazione 353? ____

10. Se la prima cifra di un tentativo nel gioco Indovina il numero è 7, e la seconda cifra non è stata scelta, che valore verrà memorizzato nella locazione 354? (Suggerimento: vedere le parti 2 e 7 del programma.) ____

RISPOSTE AGLI ESERCIZI

1. 6F A3
2.
```
*316:5A 45 3B 3C
```
o
```
*316:5A

*317:45

*318:3B

*319:3C
```
3.
```
031A-95 81
```
4. Meno
5. 21DD
6. Il bit 7 del byte più significativo
7. −70
8.
```
?40-?
```
9. 1E (l'AND di 9E con 7F è 1E

```
  1001 1110
  0111 1111
  ---------
  0001 1110 = 1E)
```

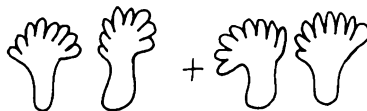
10. 70 (il valore è stato spostato a sinistra di 4 posizioni)

CAPITOLO DIECI

Ancora sul monitor

MS

Abbiamo usato carta e matita per controllare i risultati di addizioni e sottrazioni in esadecimale. I computer sono fatti per eseguire le parti ripetitive e noiose di un lavoro, e l'aritmetica esadecimale è sicuramente un compito noioso. È anche facilmente soggetta ad errori.
Il monitor esegue delle semplici addizioni e sottrazioni esadecimali di numeri di due cifre. Dovete soltanto inserire i valori separati dal simbolo dell'operazione. Non è necessario scrivere un programma per fare l'operazione.

ADDIZIONE ESADECIMALE - MODO IMMEDIATO

Ecco il metodo usato. È quasi come usare una calcolatrice.

```
*3C+2F     ←—Voi scrivete questo
= 6B     ←———— Il computer risponde
*■
```

```
*59+C     ←—Voi scrivete questo
= 65     ←———— Il computer risponde
*■
```

Potreste osservare che i nostri esempi forniscono un risultato minore di FF. Che cosa pensate succederà se il risultato è maggiore di FF? Provate.

Guardate l'addizione binaria di FF e 13 e capirete perché.

Questa caratteristica del monitor è ristretta alla visualizzazione di risultati di valore non maggiore di FF. Tuttavia, potete calcolare somme meggiori di FF se tenete conto del bit in più che deve essere riportato alla prossima posizione.
Potete anche eseguire somme di numeri a più byte, sempre tenendo conto del bit di riporto.

Esempio Sommare 35D e 2F5

Prima separare i byte: 3 5D
2 F5

Secondo sommare i byte più bassi:

```
*5D + F5
= 52 ←—— Parte bassa del risultato, ma c'è un riporto
*■          non dimenticatelo.
```

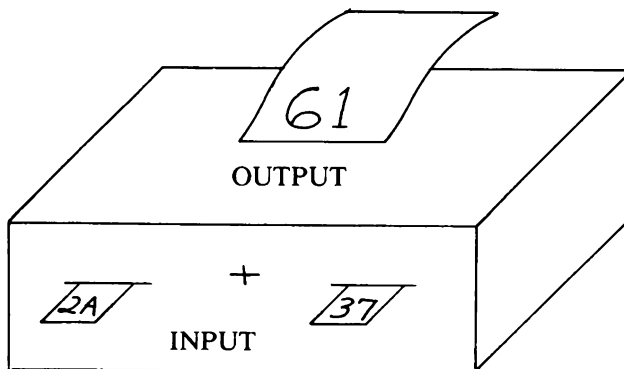
Terzo, sommare i byte più alti ed il riporto.

```
*3 + 1
= 05  ←—— Parte alta parziale del risultato
*5 + 1 ←—— Sommare il riporto
=06 ←
*■      \—— Parte alta finale del risultato
```

Perciò il risultato finale è: 35D + 1F5 = 652

Il terzo passo deve essere fatto in due parti, poiché l'addizione e la sottrazione immediate operano solo su due valori. Se tentate di sommare tre valori, il secondo sarà ignorato. Verranno sommati soltanto il primo ed il terzo.

Esempi

```
*3 + 2 + 1
= 4      ←—— Dato da 3 + 1

*1F + 2F + 1
= 20     ←—— Dato da 1F + 1

*2A + 11 + 37
= 61     ←—— Dato da 2A + 37
```

Ecco alcuni altri esempi:

7F30 + 25C8

```
*30 + C8
= F8      ←—— Parte bassa, nessun riporto
*1F + 25
= 44      ←———— Parte alta, nessun riporto
*■
```

Perciò, 1F30 + 25C8 = 44F8

1F33 + 2FF5

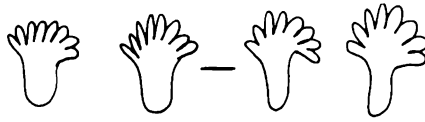
```
*33 + F5
= 28      ←—— Parte bassa, riporto 1
*1F + 2F
= 4E      ←——— Parte alta parziale
*4E + 1   ←——— Somma del riporto
= 4F ←———— Parte alta finale
*■             Il risultato è 4F28
```

È possibile eccedere un risultato di due byte, come si vede in quest'ultimo esempio.

D14F + E213

```
*4F + 13
= 62   ←———Parte bassa, nessun riporto
*D1 + E2
= B3 ←————Parte alta, ma c'è un riporto.
*■
             La vera risposta è: 1B362
```

Se pensate di utilizzare questa possibilità del monitor con risultati a più di un byte (massimo FF), dovete essere in grado di stimare i risultati per sapere quando c'è riporto.

SOTTRAZIONE ESADECIMALE

Si può eseguire la sottrazione con precauzioni simili. Ecco alcuni esempi.

3D − 28

```
*3D−28 ←—Voi scrivete
=15 ←————Il computer risponde
*
```

A4 − 2D

```
*A4−2D←— Voi scrivete
=77 ←———— Il computer risponde
*
```

Sembra facile, ma che cosa succede se tentate di sottrarre un numero da uno più piccolo?

22 − 24 = ??

```
*22−24
=FE←——Ecco che cosa dice.
*
```

Se avete ancora qualche ricordo di algebra, saprete che si ottiene un valore negativo quando si sottraggono numeri positivi da altri più piccoli. FE può essere negativo? Sì. Riguardate la tavola dei numeri negativi nell'Appendice B. FE è equivalente al numero con segno −2.
Potete usare la sottrazione per creare una tavola di valori negativi per futuri riferimenti. Per esempio,

```
*0−1          e          *0−4
```

Se volete, potete omettere lo zero. Provate ad inserire:

```
*−1           e          *−4
= FF                     = FC
```

Ora create una tavola di numeri negativi.

```
*-0
= 00
*-1
= FF
*-2
= FE
*-3
= FD
*-4
= FC
*-5
=FB
.
.
.
*-7C
= 84
*-7D
= 83
*-7E
=82
*-7F
= 81
*
```

Tavola dei numeri negativi
FF = −1
FE = −2
FD = −3
FC = −4
FB = −5
.
.
.
84 = −7C
83 = −7D
82 = −7E
81 = −7F

La sottrazione può risultare molto utile nel calcolare l'operando usato nelle istruzioni di salto. Ritornate a "Descrizione del programma" nel Cap. 7, e controllate le istruzioni di salto ivi utilizzate.
A 776 e 777 del programma Suona la tua melodia, abbiamo usato F9 per un salto all'indietro di −7. A 782 e 783, per saltare indietro di −13, è stato usato F3. Controlliamo questi valori.

ARITMETICA DECIMALE

Siete stanchi di convertire da binario a esadecimale e a decimale? Se sì, il set di istruzioni del 6502 include un'istruzione per aiutarvi. Se esprimete i valori che volete sommare o sottrarre come numeri *decimali codificati in binario* (DCB), l'Apple può operare su questi numeri ed esprimere il risultato come un valore decimale. Che cosa sono i numeri decimali codificati in binario? Questo è soltanto un nome elaborato per un numero binario che è stato separato in due parti di 4 bit. Queste due parti sono poi interpretate come cifre decimali.

Esempi

Binario	*Decimale codificato in binario*	*Decimale*
01011000	0101 1000	58
110010011	1001 0011	93
00010110	0001 0110	16

Poiché ogni gruppo di 4 bit è interpretato come una cifra decimale, l'input binario deve essere scelto con attenzione.

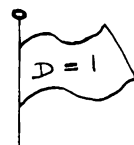
```
11001001   =   1100 1001
               ↖______________ Non è un valore DCB
10101011   =   1010 1011
               ↖___↖__________ Non sono valori DCB
```

Ogni parte di 4 bit deve essere una di queste

BCD	*DECIMALE*
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9

L'istruzione che richiede al computer di eseguire addizioni o sottrazioni decimali è:

SED (*SEt Decimal mode*, abilita il modo decimale)
Codice op. = F8
Modo di indirizzamento implicito
Lunga un byte
Flag di stato interessati - D

Questa istruzione pone a 1 il flag decimale del registro di stato del processore. Una volta usata questa istruzione, tutte le istruzioni di somma e sottrazione saranno eseguite come operazioni decimali a causa dello stato del flag decimale. Nessun'altra operazione di altre istruzioni viene influenzata. Se l'istruzione SED è stata eseguita in un programma e si vuole eseguire un'addizione o una sottrazione binaria, il computer deve eseguire l'istruzione di disabilitazione del modo decimale.

CLD (*CLear Decimal mode*, disabilita il mododecimale)
Codice op. = D8
Modo di indirizzamento implicito
Lunga un byte
Flag di stato interessati - D

Questa istruzione azzera il flag decimale del registro di stato del processore.
Supponiamo di voler sommare i numeri decimali 18 e 23. Dobbiamo usare questo programma.

SOMMA DI DUE NUMERI DECIMALI

300	F8	SED	Abilita il modo decimale
301	18	CLC	Azzera il bit di riporto
302	A9	LDA23	Carica 23 nell'accumulatore
303	23		
304	69	ADC 18	Somma 18
305	18		
306	20	JSR FDDA	Visualizza il risultato come due cifre ESA
307	DA		
308	FD		
309	60	RT	Ritorna al monitor

Per inserire il programma usando il monitor, scrivete:

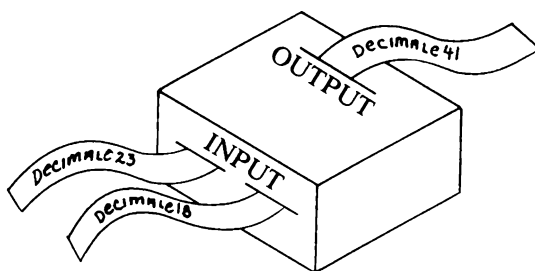
300:F8 18 A9 23 69 18 20 DA FD 60

dopo l'asterisco di prompt. Poi eseguite il programma scrivendo 300G.

Il risultato decimale di 18 + 23 è 41. Se avessimo sommato i valori esadecimali di 18 e 23, il risultato sarebbe stato 3B. Ricordate, 18 e 23 in notazione esadecimale sono valori differenti dai corrispondenti in notazione decimale. Perciò, 41 decimale e 3B esadecimale *non* sono valori equivalenti.
Ora eseguiamo il programma partendo dalla locazione 301 (omettendo l'istruzione SED) ed osserviamo il risultato.

```
*300:F8 18 A9 23 69 18 20 DA FD 60

*300G
41 ←——————Prima risposta
*301G
3B ←——————Seconda risposta
*■
```

> Una volta eseguita l'istruzione SED, tutte le addizioni nel programma sono eseguite in modo decimale. Per tornare all'addizione binaria durante l'esecuzione del programma, bisogna usare l'istruzione CLD (disabilita il modo decimale)

Quando il computer è ritornato al monitor dopo la prima esecuzione del programma sopra, il monitor ha eseguito automaticamente la propria istruzione CLD. Perciò, quando nella seconda esecuzione abbiamo saltato l'istruzione SED, il computer ha trattato i due numeri (18 e 23) come valori eadecimali. Il risultato è stato 3B. L'istruzione SED deve essere eseguita in ogni programma dove volete usare l'aritmetica decimale. Il monitor, quando viene utilizzato, pone automaticamente a 0 (il modo aritmetico binario) il bit decimale del registro di stato del processore.
Il vantaggio dell'addizione decimale è che vi evita di dover convertire numeri da una base all'altra per interpretarli. Potete inserire valori decimali (come 23 e 18) ed ottenere risultati decimali.

Provate il programma Somma di due numeri decimali con altre coppie di valori decimali. Sostituiteli al posto dei valori contenuti nelle locazioni 303 e 305.

Esempio

Ancora una precauzione: assicuratevi che la somma dei due numeri sia minore di 100. Ogni risultato il cui valore è maggiore di 99 non potrà stare nell'accumulatore, né in un calcolatore a 8 bit. Ecco cosa succederà se insistete negli esperimenti (noi segretamente vi incoraggiamo).

Ancora

Riprendiamo carta e matita per vedere che cosa è successo al nostro risultato.

```
   84  =   1000 0100 in DCB
+  19  =   0010 1001 in DCB
  ---
  113  = 1 0001 0011 in DCB
```

Bit in più — Le ultime due cifre nell'accumulatore sono corrette — La somma decimale dà 13

Poiché il microprocessore 6502 tratta dati della grandezza di 8 bit, si devono prendere dei provvedimenti per i casi che possono dare risultati più grandi. Questa tecnica è stata spiegata nel Cap. 8. Mostreremo un'addizione decimale a due byte più avanti in questo capitolo. Diamo prima un'occhiata alla sottrazione decimale.
Useremo un'interessante capacità del monitor per spostare il nostro programma per l'addizione in una nuova zona della memoria, cosicché sia ancora disponibile se ne avremo bisogno più avanti.

Indirizzo di memoria	*Dato*
300	F8
301	18
302	A9
303	23
304	69
305	18
306	20
307	DA
308	FD
309	60
.	.
.	.
330	??
339	??

Copieremo i dati da 300-309 nelle locazioni 330-339

Poi modificheremo il programma originale per l'addizione per trasformarlo in uno per la sottrazione.

1. Spostamento del programma.
   Si deve indicare al monitor qual è la parte di memoria da spostare (nel nostro caso, da 300 a 309). Si deve anche specificare a che locazione si vuole spostare il programma (330 nel nostro caso). Il formato di questo comando è:

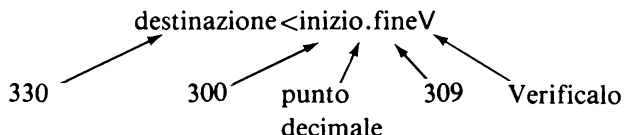
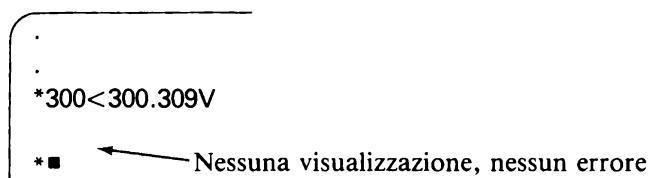
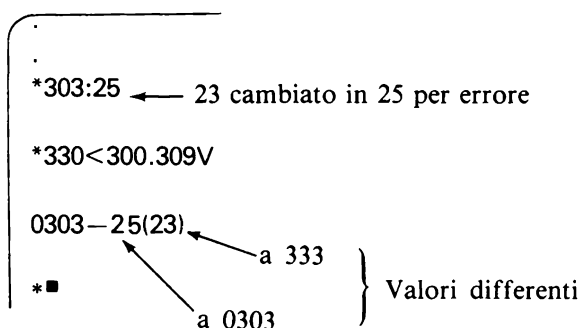
Sul video appare così:

Per vedere come lavora, prima esaminiamo il programma originale.

Poi facciamo lo spostamento

Poi per essere sicuri che lo spostamento è stato eseguito, esaminiamo entrambe le aree della memoria.

```
*300.309
0300– F8 18 A9 23 69 18 20 DA
0308– FD 60
*300<300.309M

*330.339

0330– F8 18 A9 23 69 18 20 DA    Esaminiamo 330-339 ┐
0338– FD 60                                          │ Entrambi
*300.309                                             │ uguali
                                                     │
0300– F8 18 A9 23 69 18 20 DA    Esaminiamo 300-309 ┘
0308– FD 60
*■
```

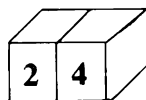
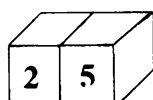
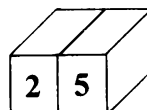
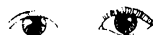
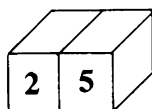
Un modo più semplice per farlo è di utilizzare un altro comando del monitor. Possiamo confrontare due aree della memoria e verificare che sono la stessa con il comando VERIFY (verifica). Per usare il comando di verifica, bisogna indicare al monitor la parte interessata e la destinazione. Il formato usato è:

Il monitor confronta la zona specificata con quella che inizia all'indirizzo della destinazione. Se ci sono delle discrepanze, viene visualizzato l'indirizzo dove è stata trovata la differenza assieme ai due valori corrispondenti. Se non ci sono differenze, non viene visualizzato niente.

Modifichiamo una locazione per vedere come vengono segnalate le differenze trovate.

L'errore deve poi essere corretto (nella versione errata) e riverificato.

```
.
.
*303:23 <——— Modifica

*330<300.309V <——— Verifica

*■ <——— Nessuna differenza, tutto O.K.
```

2 5   2 4

UGUALI?   **NO**

2 5   2 5

SI

ED ORA?

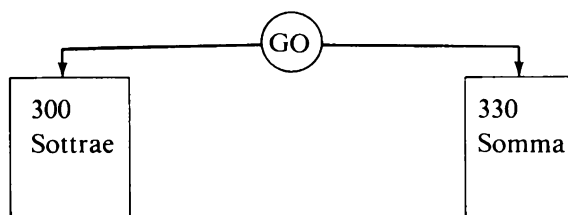
2. Modifica del programma originale.
   Ora modificheremo il programma originale in uno per la sottrazione. Dobbiamo cambiare CLC (18) alla locazione 301 in SEC (38) e ADC (69) alla locazione 304 in SBC (E9).

Ora esaminate il programma modificato.

Eseguite il programma per la sottrazione

Se volete eseguire il programma per l'addizione,

```
.
.
*300G
05  <------ 23—18 = 5
*330G
41  <------ 23 + 18 = 41
*■
```

Entrambi i programmi sono in memoria. Potete scegliere quale eseguire.

ESAMINARE E MODIFICARE I REGISTRI

Avete visto come esaminare e modificare la memoria. E i registri? Si possono esaminare e cambiare? Sì, potete fare anche questo.
Per esaminare un registro, tenete premuto il tasto CTRL. Contemporaneamente, premete il tasto E. Poi rilasciateli entrambi. Premete il tasto RETURN ed i registri verranno visualizzati sullo schermo. I contenuti dei registri A, X, Y, P, S saranno visualizzati in questo ordine da sinistra a destra. Vi ricordate che cosa significano queste lettere?

A	Accumulatore
X	Registro indice X
Y	Registro indice X
P	Registro di stato del processore
S	Registro puntatore di stack

I valori che vediamo subito dopo aver acceso l'Apple ed aver premuto CTRL E assieme seguiti da RETURN sono:

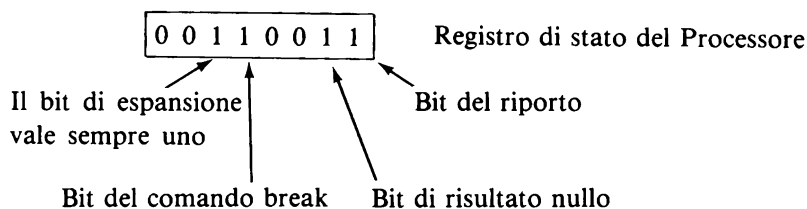
```
*          <------CTRL E non è visualizzato

A = FF X = FF Y = FF P = 00 S = FF
*■
```

Dopo aver esaminato i registri, i loro contenuti possono essere cambiati (in ordine da sinistra a destra) scrivendo due punti (:) seguiti dai nuovi valori. Provate questi:

```
*

A = FF X = FF Y = FF P = 00 S = FF
*:88 FF 80 33 40  <------ Cambiamenti
   ↑  ↑  ↑  ↑  ↑
*■ A  X  Y  P  S
```

Per vedere se sono stati effettivamente modificati, premete CTRL E per esaminarli ancora.

```
A = FF X = FF Y = FF P = 00 S = FF  <------- Inizialmente
*:88 FF 80 33 40                     <------- Le modifiche

*                                    <------- Viene premuto CTRL E

A = 88 X = FF Y = 80 P = 33 S = 40
*■                                   Le modifiche sono state fatte
```

Una delle modifiche riguardava il registro di stato del processore. Il suo nuovo valore è 33. Spezzandolo nei singoli bit di stato, abbiamo:

Notate che abbiamo posto a uno il bit del riporto. Se ora venisse esaminata un'addizione, il bit del riporto sarebbe incluso a causa dell'istruzione ADC. Proviamo.

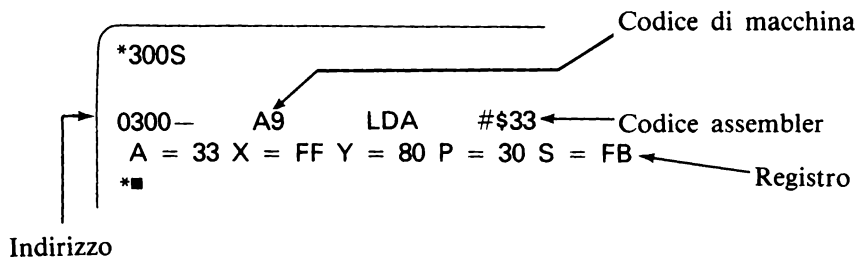
```
*
A = 88 X = FF Y = 80 P = 33 S = 40
*300:A9 33 69 22 20 DA FD 60  <------- Programma per sommare
                                       33 e 22
*300G   <------- Esecuzione del programma
56      <------- Il riporto è stato incluso
*■               (33+22+riporto = 56)
```

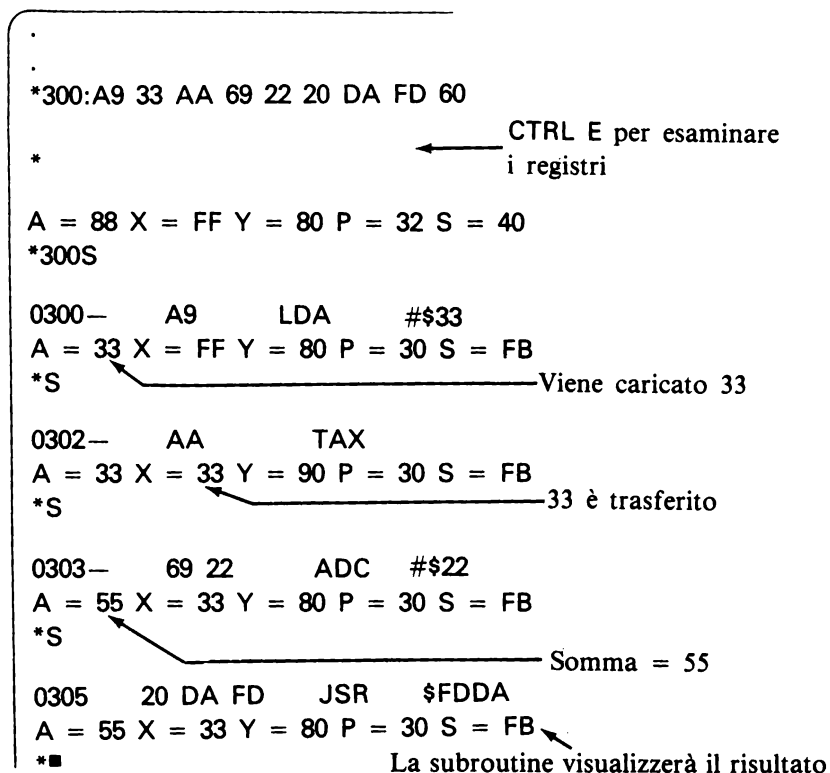
Ora esaminiamo di nuovo i registri ed azzeriamo il bit del riporto modificando il registro P (registro di stato del processore). Poi sommeremo ancora due numeri.

Questa volta caricheremo 33 nell'accumulatore, trasferiremo il risultato nel registro X, sommeremo 22 all'accumulatore e visualizzeremo il risultato. Poi daremo un'altra occhiata ai registri per vedere come sono cambiati.

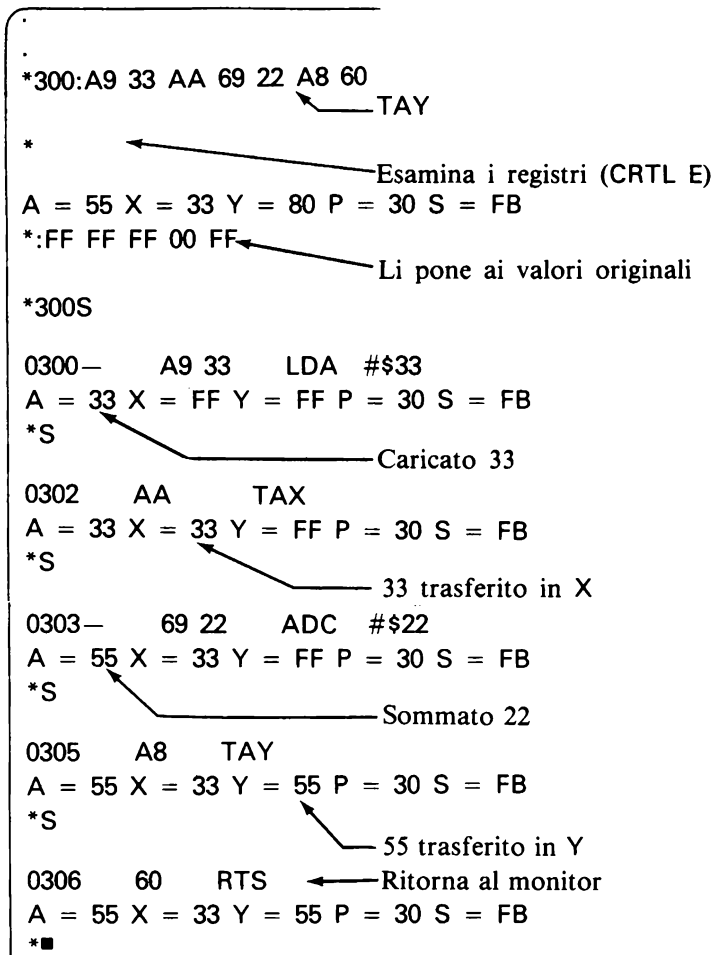
Il programma:			
300 A9	LDA 33		
301 33			
302 AA	TAX	(trasferisce l'accumulatore in X)	
303 69	ADC 22		
304 22			
305 20	JSR FDDA	Visualizza il risultato	
306 DA			
307 FD			
308 60	RTS	Ritorna al monitor	

Uno dei migliori metodi per scoprire errori nei programmi è la caratteristica *single-step* (un passo alla volta) del monitor. Il comando single-step decodifica, visualizza ed esegue un'istruzione alla volta. L'istruzione viene visualizzata sia in codice macchina che in assembler (il mini-assembler sarà discusso nel Cap. 11).
Quando l'istruzione è eseguita, i contenuti dei registri vengono visualizzati. Useremo il comando single-step per vedere i cambiamenti dei registri mentre viene eseguita ogni istruzione.
Il comando single-step è una S. Per usarlo, si scrive l'indirizzo di partenza del programma seguito dalla S.

Esempio

Per ogni successiva istruzione, scrivete S e premete RETURN, come nel seguente esempio.
Inserite il programma e poi percorretelo un passo alla volta.

```
.
.
*300:A9 33 AA 69 22 20 DA FD 60
                                  ←——CTRL E per esaminare
*                                      i registri

A = 88 X = FF Y = 80 P = 32 S = 40
*300S

0300–     A9        LDA      #$33
A = 33 X = FF Y = 80 P = 30 S = FB
*S                                      ——Viene caricato 33

0302–     AA        TAX
A = 33 X = 33 Y = 90 P = 30 S = FB
*S                                      ——33 è trasferito

0303–     69 22     ADC     #$22
A = 55 X = 33 Y = 80 P = 30 S = FB
*S
                                        —— Somma = 55
0305      20 DA FD    JSR     $FDDA
A = 55 X = 33 Y = 80 P = 30 S = FB
*■                    La subroutine visualizzerà il risultato
```

Percorrendo il programma un passo alla volta potete vedere i risultati dell'esecuzione delle istruzioni. Si possono anche vedere i cambiamenti che le singole istruzioni provocano nei registri. In questo esempio, l'accumulatore ed il registro X sono stati modificati durante l'esecuzione del programma.

La subroutine a FDDA contiene moltissimi passi, così ci siamo fermati quando siamo arrivati a quell'istruzione. Avrete anche notato che il valore nel registro di stato del processore era 32 prima che fosse eseguita la prima istruzione (LDA). Dopo l'esecuzione dell'istruzione LDA, il registro di stato è diventato 30. Il bit dello zero è stato azzerato perché 33 non è uguale a zero.
Aggiungiamo ora un'istruzione, TAY (A8), per trasferire il risultato dell'addizione nel registro Y. Questa volta non visualizzeremo il risultato.

```
.
.
*300:A9 33 AA 69 22 A8 60
                    ↖——TAY
*       ←———————————————Esamina i registri (CRTL E)
A = 55 X = 33 Y = 80 P = 30 S = FB
*:FF FF FF 00 FF←———————Li pone ai valori originali
*300S

0300-     A9 33     LDA  #$33
A = 33 X = FF Y = FF P = 30 S = FB
*S   ↖——————————————————Caricato 33
0302   AA      TAX
A = 33 X = 33 Y = FF P = 30 S = FB
*S          ↖———————————33 trasferito in X
0303-     69 22     ADC  #$22
A = 55 X = 33 Y = FF P = 30 S = FB
*S   ↖——————————————————Sommato 22
0305    A8    TAY
A = 55 X = 33 Y = 55 P = 30 S = FB
*S                  ↖———55 trasferito in Y
0306    60     RTS   ←———Ritorna al monitor
A = 55 X = 33 Y = 55 P = 30 S = FB
*■
```

Così avete visto che i registri X e Y possono essere usati per una memorizzazione temporanea. Nel Cap. 11, mostreremo che possono essere usati come registri indice per le istruzioni nei modi di indirizzamento indicizzati.

Proviamo ora un ultimo programma per concludere il capitolo. Questa volta incrementeremo il registro X, lo confronteremo con zero, e se il contenuto del registro X non è uguale a zero, lo incrementeremo ancora.

Il programma

```
300 E8    INX    ←──┐ 5
310 E0    CPX 0     │ 4
302 00              │ 3 ciclo
303 D0    BNE FB    │ 2
304 FB           ───┘ 1←FB = −5, se volete
305 60    RTS             controllare sull'Apple
                          (0−5 = FB)
```

Inserite il programma

```
*300:E8 E0 00 D0 FB 60

*■
```

Prima di eseguire il programma mettiamo il valore FD nel registro X. Quanto ci vorrà prima che il contenuto del registro X raggiunga zero? Per scoprirlo percorreremo il programma un passo alla volta.

```
*300:E8 E0 00 D0 FB 60

*

A = 55 X = 33 Y = 55 P = 30 S = EF
*:00 FD      ←────Non ci interessano gli altri registri,
  ↑  ↑            così cambiamo soltanto i primi due,
*■|  |            A ed X
  A  X
```

Poi, percorriamo il programma un passo alla volta.

```
*300:E8 E0 00 D0 FB 60

*

A=55 X=33 Y=55 P=30 S=EF
*:00 FD

*3 0 0 S        ←──── Richiede il primo passo
```

```
0300-        E8                 INX
A=00 X=FE Y=55 P=B0 S=F1    ←——  X = FD+1=FE
*S                           ←——  Richiede il prossimo passo

0301-       E0 00          CPX       #$00
A=00 X=FE Y=55 P=B1 S=F1
*S                           ←——  Richiede il prossimo passo

0303-       D0FB           BNE       $0300
A=00 X=FE Y=55 P=B1 S=F1
*S                           ←——  Prossimo passo

0300-        E8            INX
A=00 X=FF Y=55 P=B1 S=F1    ←——  X=FE+1=FF
*S                           ←——  Prossimo passo

0301-       E0 00          CPX       #$00
A=00 X=FF Y=55 P=B1 S=F1
*S                           ←——  Prossimo passo

0303-       D0 FB          BNE       $0300
A=00 X=FF Y=55 P=B1 S=F1
*S                           ←——  Prossimo passo

0300-        +8            INX       #$00
A=00 X=00 Y=55 P=31 S=F1    ←——  X=FF+1=00
*S
                                  Bit del riporto uguale
                                  a uno perché
0301-       E0 00          CPX       #$00
A=00 X=00 Y=55 P=33 S=F1
*S                           ←——  Prossimo passo

0303-       D0 FB          BNE       $0300
A=00 X=00 Y=55 P=33 S=F1
*S                           ←——  Prossimo passo

0305-        60            RTS ←——  Il salto non è stato effettuato poiché il
A=00 X=00 Y=55 P=33 S=F1          registro X = valore che segue CPX (00)
*■
```

SOMMARIO

In questo capitolo avete conosciuto il monitor di sistema dell'Apple. Avete esplorato alcune sue caratteristiche che rendono più facile la programmazione in linguaggio macchina. Si spera che continuerete queste esplorazioni con altri esperimenti, finché non avrete completamente familiarizzato con le capacità del monitor.

Avete:

1. usato l'addizione e la sottrazione esadecimali nel modo immediato;
2. scoperto come sono interpretati i numeri negativi usando valori esadecimali;

3. imparato come eseguire operazioni di addizione e sottrazione con numeri decimali codificati in binario;
4. visto come spostare blocchi di dati da una zona della memoria in un'altra;
5. imparato come verificare che due blocchi di memoria sono lo stesso;
6. appreso come esaminare e modificare i registri.

Istruzioni nuove

1. SED (*SEt Decimal mode*, abilita il modo decimale) usata per porre a 1 il flag decimale del registro di stato del processore. Tutte le successive istruzioni di somma o sottrazione sono eseguite come se i valori su cui operano fossero numeri decimali codificati in binario.
2. CLD (*CLear Decimal mode*, disabilita il modo decimale), azzera il flag decimale del registro di stato del processore. Questo riporta le operazioni di addizione e sottrazione al formato binario.
3. TAY (*Transfer Accumulator to Y register*, trasferisci l'accumulatore nel registro Y), copia il contenuto dell'accumulatore nel registro Y.

Nuovi comandi ed usi del monitor

1. *Addizione e sottrazione esadecimale* Inserite due numeri esadecimali di 2 cifre separati dal simbolo dell'operazione e premete RETURN. Verrà visualizzato il risultato esadecimale a 2 cifre.
2. *Spostamento di un blocco di dati in memoria* Indicate al monitor gli indirizzi che delimitano il blocco da spostare e l'indirizzo a cui spostarlo. Allora il monitor copierà i dati nella zona prefissata.

   Formato: destinazione<inizio.fine M
   Esempio: *330<300.309M
   — copierà il blocco di dati che sta tra le locazioni 300 e 309 nelle locazioni da 330 a 339.

3. *Verifica di due blocchi di dati* Indica al monitor gli indirizzi che delimitano un blocco di dati e l'indirizzo iniziale del secondo blocco. Il monitor confronterà i due blocchi e vi dirà se ci sono differenze.

   Formato: destinazione<inizio.fine M
   Esempio: *330<300.309V
   — confronterà i dati che stanno tra le locazioni 300 e 309 con quelli contenuti nelle locazioni da 330 a 339.

4. *Esamina i registri* I registri A, X, Y, P, S possono essere esaminati premento i tasti CTRL ed E assieme, seguiti da un RETURN.
5. *Modifica dei registri* I registri A, X, Y, P, S possono essere modificati esaminandoli prima come al punto 4 e poi scrivendo due punti (:) seguiti dai nuovi valori, in ordine, separati da uno spazio.

ESERCIZI

1. Usando l'addizione esadecimale nel modo immediato, rispondete a ciò che segue:

   a. *2E+35
   = ________

   c. *A4—31
   = ________

   b. *E5+F
   = ________

   d. *5A—2E
   = ________

2. Che cosa sarebbe visualizzato se eseguissimo ciò che segue in modo immediato?

   a. *D7+4F
   = ________

   b. *24—27
   = ________

3. Esprimete i seguenti numeri decimali in forma decimale codificata in binario.

   a. 28 = ________ ________
   b. 37 = ________ ________
   c. 91 = ________ ________

4. Se il programma Somma di due numeri decimali è modifico come segue, scrivete che cosa sarà visualizzato.

```
*303:42

*305:53

*300G
```

________________ ←— segnate qui la risposta

5. Mostrate come si usa il comando del monitor MOVE per spostare il

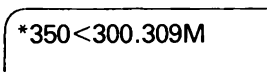
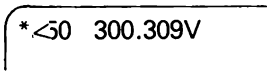
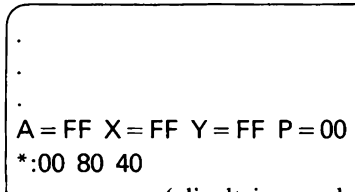
programma ma Somma di due numeri decimali nella zona tra le locazioni 350 e 359.

6. Mostrate come si può verificare che lo spostamento dell'Esercizio E è stato fatto correttamente.

7. Descrivete come si esaminano i registri.

____

____

Supponiamo che voi abbiate esaminato i registri e che il video mostri i risultati indicati sotto. Riportate che cosa si dovrebbe scrivere per cambiare l'accumulatore a 00, il registro X a 80 ed il registro Y a 40.

```
.
.
A=FF X=FF Y=FF P=00 S=FF

* ________________________
```

RISPOSTE AGLI ESERCIZI

1. a. =63 c. =73
   b. =F4 d. =2C
2. a. = 26 (D7+4F=126, il riporto non viene visualizzato)
   b. = FD (FD=—3)
3. a. 28 = 0010 1000
   b. 37 = 0011 0111
   c. 91 = 1001 0001

4. 95 (42 + 53 = 95 in decimale)

5.
```
*350<300.309M
```

6.
```
*<50  300.309V
```

7. Premere i tasti CTRL ed E assieme.
   Poi premere RETURN.

8.
```
.
.
.
A=FF X=FF Y=FF P=00 S=FF
*:00 80 40
```
(gli altri non devono essere cambiati)

CAPITOLO UNDICI

Mini-assembler e modi di indirizzamento

C'è un altro programma che fa parte della ROM dell'Integer Basic dell'Apple, ma che non è disponibile nel sistema Apple II Plus. Questo programma è chiamato Apple mini-assembler. È detto "mini" perché non è in grado di interpretare etichette simboliche come nell'assembler completo. Esso è molto utile nel creare programmi in linguaggio macchina. In precedenti capitoli, abbiamo mostrato i codici di linguaggio macchina assieme ai loro codici mnemonici. Il codice mnemonico è un'abbreviazione del nome di ogni istruzione. Abbiamo tradotto questi codici mnemonici in istruzioni di linguaggio macchina esadecimali o binarie (codici op.). Questo procedimento è detto *assemblaggio manuale*.

Esempi

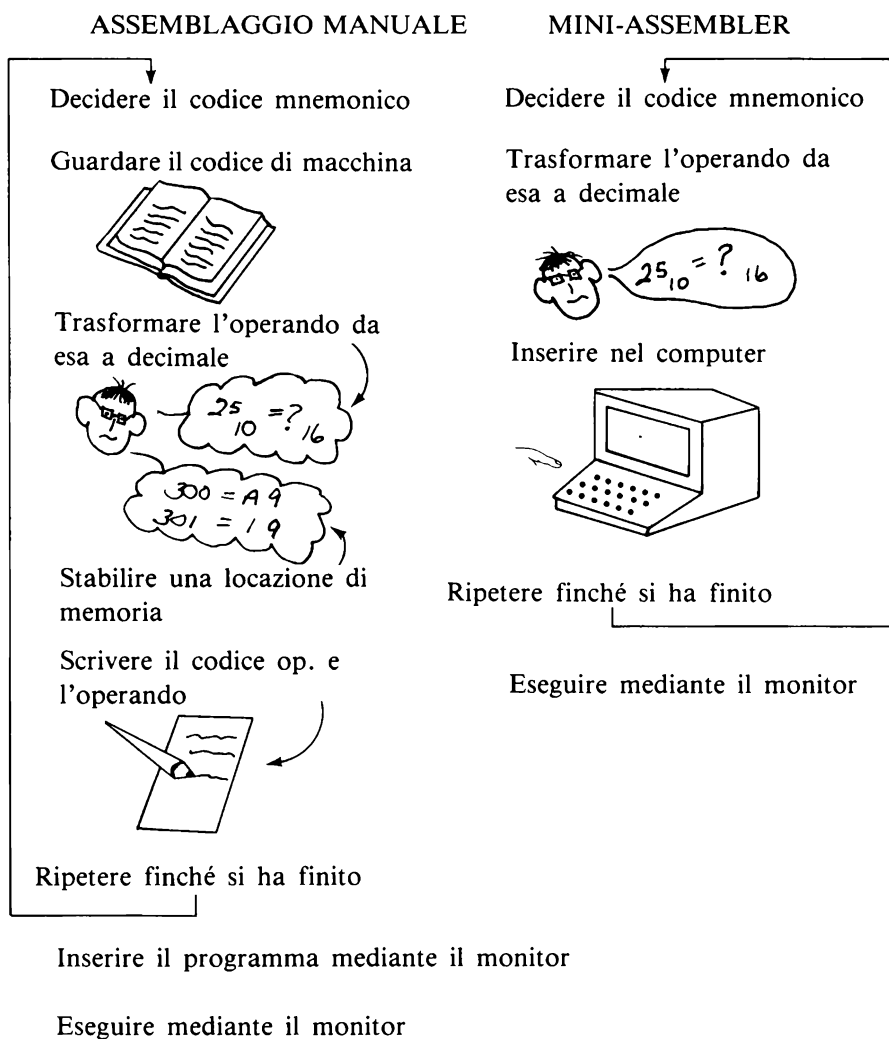
Codice mnemonico	*Modo di indirizzamento*	*Codice di macchina*
LDA	Immediato	A9
ADC	Immediato	69
CLC	Implicito	18

L'assemblaggio manuale è un lavoro noioso, non interessante, dove è fa-

cile commettere piccoli ma disastrosi errori. La lunghezza delle istruzioni varia, e le destinazioni dei salti devono essere calcolate. Alcune istruzioni richiedono, come operandi, dati, mentre altre richiedono indirizzi di memoria o registri. È facile scegliere codici op. o indirizzi sbagliati. Ed è anche facile spostare o sbagliare cifre, ecc. Per noi sarebbe molto più facile assegnare il compito di assemblare un programma al computer. Il mini-assembler dell'Apple può assemblare facilmente i programmi se noi li scriviamo usando istruzioni del *linguaggio assembler*. Questo capitolo sarà dedicato all'apprendimento delle regole per usare il mini-assembler e la forma del linguaggio assembler per i vari modi di indirizzamento usati.

Confronto dei metodi di assemblaggio

Inserire il programma mediante il monitor

Eseguire mediante il monitor

USO DEL MINI-ASSEMBLER

Per usare il mini-assembler, dovete sapere come accedervi e come uscirne quando avete finito di assemblare il vostro programma. Se nel vostro Apple avete la scheda Applesoft II ROM posizionate l'interruttore che sta sul retro del calcolatore sull'Integer Basic. Il programma mini-assembler è su questa ROM. Se la vostra macchina non ha l'Integer Basic, non ha nemmeno il mini-assembler, e in tal caso questo capitolo non servirà per il vostro sistema. Sono disponibili altri tipi di assemblatori che possono essere caricati da cassetta o disco.
Per mandare in esecuzione il mini-assembler, battete F666G

Alla fine potrete lasciare il mini-assembler e rientrare nel monitor per eseguire il programma che avete assemblato. Questo si può fare in due modi:

1. Premete il tasto RESET
2. Scrivete il comando del monitor (preceduto dal segno di dollaro):

Dopo l'accesso al mini-assembler e prima di ritornare al monitor, è stato inserito un programma in linguaggio assembler. Useremo il programma Somma di due numeri decimali del Cap. 10 per una breve dimostrazione.

1

2 Inserite l'indirizzo della prima istruzione ed il suo codice mnemonico

separati da due punti. Il mini-assembler visualizza ogni istruzione al momento dell'assemblaggio.

```
*F666G

!300:SED ←——Inserire l'indirizzo: istruzione
```

Quando premete RETURN, la vostra istruzione in assembler scomparirà ed apparirà il codice assemblato del linguaggio macchina.

3 Scrivete soltanto il codice mnemonico dell'istruzione di azzeramento del riporto.

Premete RETURN

```
*F666G

0300– F8        SED
0301– 18        CLC
!■ ←——————— Prossima?
```

Notate lo spazio che segue il prompt del mini-assembler. Se questo spa-

zio non viene messo, l'istruzione non sarà accettata. Se effettuate un input non valido, vi sarà indicato.

Esempio

4 Finora, entrambe le istruzioni usate erano nel modo implicito, e non richiedevano nessun operando. La prossima istruzione, LDA, è nel modo immediato, e deve essere seguita dal segno # prima dell'operando 23 per dire al computer che questo è un operando immediato.

```
*F666G

0300–  F8     SED
0301–  18     CLC
! LDA #23■    ←———— Scrivete
 └— Spazio
```

Premete RETURN

```
*F666G

0300–  F8      SED
0301–  18      CLC
0302–  A9 23   LDA #$23
!■
```

5 La prossima è l'istruzione ADC seguita da 18.

Premete RETURN

6 La successiva è l'istruzione JSR seguita dall'indirizzo assoluto FDDA.

```
.
.
.
!JSR FDDA■ ←————Scrivete
```

Premete RETURN

```
*F666G

0300-  F8         SED
0301-  18         CLC
0302-  A9 23      LDA #$23
0304-  69 18      ADC#$18
0306-  20 DA FD   JSR $FDDA
!■
```

7 Ed ultima, l'istruzione RTS (modo implicito)

Premete RETURN

```
*F666G

0300-  F8         SED
0301-  18         CLC
0302-  A9 23      LDA #$23
0304-  69 18      ADC#$18
0306-  20 DA FD   JSR $FDDA
0309-  60         RTS
!■
```

8 Ora lasciamo il mini-assembler. Il programma è stato assemblato

Ora il programma assemblato è in memoria. Potete listarlo con il comando del monitor.
Questo comando del monitor lavora come il comando LIST del Basic. Se scrivete:

300L e premete RETURN

il monitor listerà i contenuti di 20 locazioni consecutive ad iniziare dalla 300.

Le prime linee sono il vostro programma assemblato. Il resto delle linee non è usato dal programma. Ogni volta che si dà il comando di lista vengono visualizzate 20 locazioni. Per programmi più lunghi, verranno visualizzate altre 20 locazioni ogni volta che premete L e poi RETURN. È il momento di eseguire il programma.

Notate che, quando si usa il mini-assembler, non occorre guardare i codici di linguaggio macchina per le istruzioni. I codici mnenonici sono più facili da ricordare di quelli numerici. Ricordate che, come già menzionato, alcune istruzioni possono essere usate in parecchi modi di indirizzamento. Come fa il mini-assembler a sapere quale modo vogliamo?
Nel programma Somma di due numeri decimali, le scelte che doveva fare il mini-assembler erano facili. Osservate le istruzioni che sono state usate.

1. SED (abilita il modo decimale) Questa istruzione è usata soltanto nel modo implicito. Non occorre una scelta.
2. CLD (azzera il riporto) Viene usata in modo implicito anche questa. Nessuna scelta.

3. LDA (carica l'accumulatore) Notate il segno '#' davanti al numero 23. Questo dice all'assembler che ci vuole il codice per il modo di indirizzamento immediato.
4. ADC (somma con riporto) Ancora una volta, il segno # serve a specificare il modo di indirizzamento immediato.
5. JSR (salta alla subroutine) Questa istruzione viene usata soltanto nel modo assoluto. Non occorre una scelta.

Avete usato frequentemente i modi di indirizzamento implicito, immediato, pagina zero e assoluto. Ora rivolgeremo la nostra attenzione all'indirizzamento indicizzato, che è molto utile sebbene un po' più complesso.

INDIRIZZAMENTO INDICIZZATO

Due istruzioni fra le più frequentemente usate sono quelle che caricano l'accumulatore e mettono il suo contenuto in memoria. Useremo queste due istruzioni per mostrare i modi di indirizzamento indicizzati. Ecco una lista dei modi indicizzati.

LDA

Espressione in assembler	*Modo di indirizzamento*	*Codice op.*	*Numero di byte usati*
LDA oper, X	Pagina zero, X	B5	2
LDA oper, X	Assoluto, X	BD	3
LDA oper, Y	Assoluto, Y	B9	3
LDA (oper, X)	(Indiretto, X)	A1	2
LDA (oper), Y	(Indiretto), X	B1	2

STA

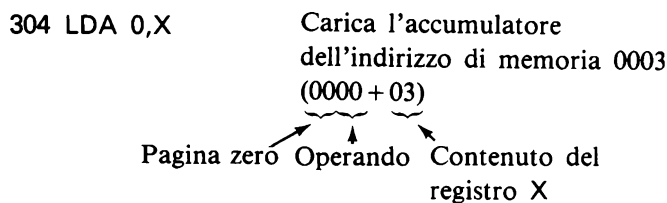
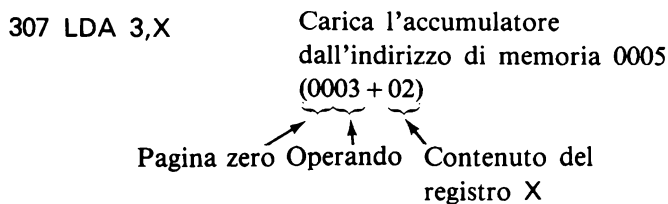
Espressione in assembler	*Modo di indirizzamento*	*Codice op.*	*Numero di byte usati*
STA oper, X	Pagina Zero, X	95	2
STA oper, X	Assoluto, X	9D	3
STA oper, X	Assoluto, Y	99	3
STA (oper, X)	(Indiretto, X)	81	2
STA (oper), Y	(Indiretto), Y	91	2

INDICIZZAZIONE IN PAGINA ZERO

Dato che le istruzioni di pagina zero sono eseguite più velocemente di quelle in altri modi di indirizzamento, il computer Apple utilizza già gran parte delle locazioni necessarie usate da queste istruzioni. Le locazioni di pagina zero sono quelle comprese tra 0000 e 00FF. Per riconoscere una di queste locazioni il computer necessita soltanto della parte bassa dell'indirizzo. Guardando la mappa della memoria della pagina zero (*Apple II Reference Manual*), potete notare che le locazioni da 0000 a 001F *non sono usate* dal monitor o dall'Integer Basic su ROM. *Sono usate* dal Basic Applesoft II. Se non utilizziamo il Basic Applesoft II, possiamo usare quest'area della memoria per dimostrare l'indirizzamento in pagina zero. Tutte le istruzioni che usano questo modo di indirizzamento, *eccetto* LDX (carica il registro X) e STX (memorizza il registro X), usano il registro X per modificare l'operando dell'istruzione (l'indirizzo usato).

LDA oper, X Codice op. B5 (Pagina zero) 2° byte, operando (parte bassa dell'indirizzo)	Carica l'accumulatore dall'indirizzo di pagina zero + il contenuto del registro X

Esempio

1. Carica l'accumulatore dell'indirizzo di memoria = 3

2. Contenuto del registro X

STA oper,X
  Codice op. 95 (pagina zero)
  2° byte, operando (parte
    bassa dell'indirizzo)

Carica l'accumulatore dall'indirizzo zero + il contenuto del registro X

Questa istruzione lavora come la LDA oper,X (modo pagina zero) tranne che il contenuto dell'accumulatore viene memorizzato.
Entrambi i tipi sono mostrati nel seguente programma che sposta i valori dalle locazioni 0005 e 0006 alle locazioni 0015 e 0016. Useremo il mini-assembler per assemblare il programma.

```
*F666G

!■
```

Scrivete: 300:LDX#5

```
            *F666G

            0300-   A205          LDX#$05  ← Prima istruzione assemblata
Scrivete → ! LDA #22
```

```
            *F666G

            0300-   A2 05         LDX#05
            0302-   A9 22         LDA#$22  ← Prossima istruzione
Scrivete → ! STA 0,X
```

```
            *F666G

            0300-   A2 05         LDX #$05
            0302-   A9 22         LDA #$22
            0304-   95 00         STA $00,X ← Prossima
Scrivete → ! LDA #33
```

```
          *F666G

          0300-   A2 05        LDX #$05
          0302-   A9 22        LDA #$22
          0304-   95 00        STA $00,X
          0306-   A9 33        LDA #$33  <-- Prossima
Scrivete► ! STA 1,X
```

```
          *F666G

          0300-   A2 05        LDX #$05
          0302-   A9 22        LDA #$22
          0304-   95 00        STA $00,X
          0306-   A9 33        LDA #$33
          0308-   95 01        STA $01,X <-- Prossima
Scrivete► ! LDA 0,X
```

Ogni volta viene aggiunta una nuova istruzione

```
*F666G

0300-   A2 05        LDX #$05
0302-   A9 22        LDA #$22
0304-   95 00        STA $00,X
0306-   A9 33        LDA #$33
0308-   95 01        STA $01,X
030A-   85 00        LDA $00,X
! STA 10,X
```

```
*F666G

0300-   A2 05        LDX #$05
0302-   A9 22        LDA #$22
0304-   95 00        STA $00,X
0306-   A9 33        LDA #$33
0308-   95 01        STA $01,X
030A-   85 00        LDA $00,X
030C-   95 10        STA $10,X
! INX
```

```
*F666G

0300-   A2 05         LDX #$05
0302-   A9 22         LDA #$22
0304-   95 00         STA $00,X
0306-   A9 33         LDA #$33
0308-   95 01         STA $01,X
030A-   85 00         LDA $00,X
030C-   95 10         STA $10,X
030E-   E8            INX
! LDA 0,X
```

```
F666G

0300-   A2 05         LDX #$05
0302-   A9 22         LDA #$22
0304-   95 00         STA $00,X
0306-   A9 33         LDA #$33
0308-   95 01         STA $01,X
030A-   85 00         LDA $00,X
030C-   95 10         STA $10,X
030E-   E8            INX
030F-   85 00         LDA $00,X
! STA 10,X
```

```
F666G

0300-   A2 05         LDX #$05
0302-   A9 22         LDA #$22
0304-   95 00         STA $00,X
0306-   A9 33         LDA #$33
0308-   95 01         STA $01,X
030A-   85 00         LDA $00,X
030C-   95 10         STA $10,X
030E-   E8            INX
030F-   85 00         LDA $00,X
0311-   95 10         STA $10,X
! RTS
```

```
F666G

0300-  A2 05      LDX#$05
0302-  A9 22      LDA#$22
0304-  95 00      STA $00,X
0306-  A9 33      LDA#$33
0308-  95 01      STA $01,X
030A-  85 00      LDA $00,X
030C-  95 10      STA $10,X
030E-  E8         INX
030F-  85 00      LDA $00,X
0311-  95 10      STA $10,X
0313-  60         RTS
! $FF69G  <------------ Lasciamo il mini-assembler
*
```

Istruzioni di pagina zero indicizzate sono state usate a 0304, 0308, 030A, 030C, 030F e 0311. Ora eseguiamo il programma. Poi esaminiamo le locazioni 0005, 0006, 0015 e 0016.

```
.
.
*300G

*0005.0006

0005- 22 33 <---------Originale
*0015.0016

0015- 22 33 <---------Copia
*
```

INDIRIZZAMENTO ASSOLUTO INDICIZZATO

Entrambi i registri X e Y possono essere usati per indicizzare un indirizzo assoluto in questo modo. Non occorre nemmeno limitarsi alla memoria di pagina zero.

Esempi

LDA 301,X
Codice op. BD (assoluto indicizzato)
2° byte, parte bassa dell'indirizzo (10)
3° byte, parte alta dell'indirizzo (03)

Questa istruzione carica l'accumulatore dall'indirizzo di memoria 0310+ il contenuto del registro X. (Si poteva anche usare Y.)

STA 320,Y
Codice op. 99 (assoluto indicizzato)
2° byte, parte bassa dell'indirizzo (20)
3° byte, parte alta dell'indirizzo (03)

Questa istruzione memorizza il contenuto dell'accumulatore nell'indirizzo di memoria 0320+ il contenuto del registro Y. (Poteva essere usato anche X.)

Utilizzeremo queste istruzioni per memorizzare alcuni caratteri inseriti dalla tastiera, e per riprenderli e visualizzarli sullo schermo. Useremo il mini-assembler per scrivere il programma.

Prima memorizzeremo 17 caratteri inseriti dalla tastiera in locazioni consecutive usando l'istruzione STA nel modo di indirizzamento indicizzato, con X come registro indice.

```
*F666G

!300:LDX #0                        <--- Carica Z con zero
```

```
*F666G

0300-   A2 00          LDX #$00
! JSR FD35                         <--- Riceve un carattere
```

```
*F666G

0300-   A2 00          LDX #$00
0302-   20 35 FD       JSR  $FD35
! STA 1000,X                       <--- Lo memorizza
```

```
*F666G

0300-   A2 00       LDX#$00
0302-   20 35 FD    JSR$FD35
0305-   9D 00 10    STA $1000,X
! INX                         ←Incremento X di uno
```

```
*F666G

0300-   A2 00       LDX#$00
0302-   20 35 FD    JSR $FD35
0305-   9D 00 10    STA $1000,X
0308-   E8          INX
! CPX#11                      ← Già finito?
```

```
*F666G

0300-   A2 00       LDX#$00
0302-   20 35 FD    JSR $FD35
0305-   9D 00 10    STA $1000,X
0308-   E8          INX
0309-   E0 11       CPX#$11
! BNE 302                     ← Se no, ritorna a 302
```

```
*F666G

0300-   A2 00       LDX #$00
0302-   20 35 FD    JSR $FD35
0305-   9D 00 10    STA $1000,X
0308-   E8          INX
0309-   E011        CPX#$11
030B-   D0 F5       BNE $0302
! JSR FC58                    ← Cancella lo schermo
```

```
*F666G

0300-   A2 00      LDX #$00
0302-   20 35 FD   JSR $FD35
0305-   9D 00 10   STA $1000,X
0308-   E8         INX
0309-   E011       CPX#$11
030B-   D0 F5      BNE $0302
030D-   20 58  FC  JSR $FC58
!■
```

Fermiamoci per un po' per vedere come lavora questa parte del programma. Notate che questa parte contiene un ciclo molto simile ad un ciclo FOR...NEXT del Basic. La subroutine a FD35 aspetta che sia inserito un carattere dalla tastiera. Il carattere viene poi memorizzato dall'istruzione assoluta indicizzata (STA 1000,X). Il registro viene incrementato di uno e controllato per vedere se è uguale a 11 (esadecimale). Se non lo è, si ritorna alla subroutine per un altro carattere. Quando è stato inserito il diciasettesimo carattere, X avrà raggiunto 11. Lo schermo viene cancellato dalla subroutine a FC58. Il valore di X non controlla soltanto l'uscita dal ciclo; esso indicizza anche l'indirizzo della locazione dove verrà memorizzato il carattere. Così, i caratteri verranno memorizzati in queste locazioni consecutive:

Esecuzione del ciclo	*Reg. X (ESA)*	*Locazione usata per memorizzare il carattere*
1	*0*	*1000*
2	*1*	*1001*
3	*2*	*1002*
4	*3*	*1003*
.	.	.
.	.	.
15	*E*	*100E*
16	*F*	*100F*
17	*10*	*1010*

Proseguendo con la seconda parte del programma, inserite le seguenti istruzioni ogni volta che vedete il prompt del mini-assembler:

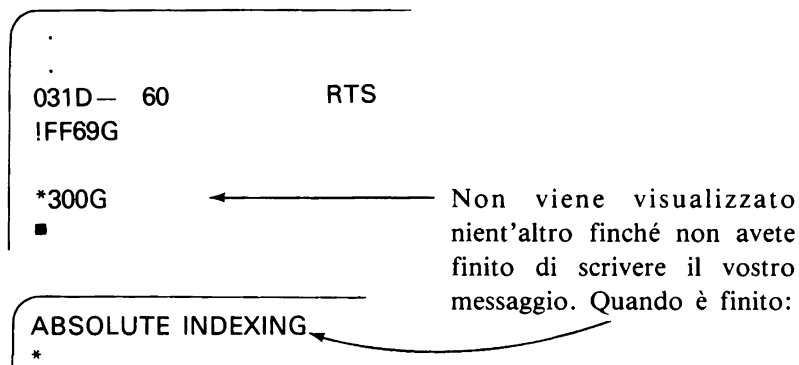
```
! LDA#0          Azzera X
! LDA 1000,X     Carica un carattere dalla memoria
! JSR FDED       Lo visualizza
! INX            Si prepara per il prossimo
! CPX #11        Già finito
! BNE 312        Se no, salta a 312
! RTS            Se sì, torna al monitor
```

Dopo questo, il video visualizzerà:

```
*F666G
0300-  A2 00      LDX#$00
0302-  20 35 FD   JSR $FD35
0305-  9D 00 10   STA $1000,X
0308-  E8         INX
0309-  E0 11      CPX#$11
030B-  D0 F5      BNE $0302
030D-  20 58 FC   JSR $FC58
0310-  A2 00      LDX#$00
0312-  BD 00 10   LDA $1000,X
0315-  20 ED FD   ISR $FDED
0318-  E8         INX
0319-  E0 11      CPX#$11
031B-  D0 F5      BNE $0312
031D-  60         RTS
! $FF69G
*
```


Anche la seconda parte del programma contiene un ciclo che carica un carattere dalla memoria e lo visualizza. Il ciclo viene ripercorso finché tutti i 17 caratteri sono stati visualizzati. Poi si ritorna al monitor. L'istruzione con indirizzamento indicizzato (LDA 1000,X) è usata per caricare l'accumulatore ogni volta che si percorre il ciclo. Poiché il registro X è stato azzerato prima del ciclo, l'istruzione riprende i caratteri nello stesso ordine in cui sono stati memorizzati (vedere la tavola all'inizio di questo capitolo). L'indirizzamento indicizzato è molto pratico per caricare e memorizzare valori in blocchi di locazioni consecutive.

Quando eseguirete il programma, inserite 17 caratteri dalla tastiera (anche lo spazio è un carattere). Non vedrete i caratteri mentre li inserite. Saranno visualizzati *dopo* essere stati inseriti tutti 17. Ecco una tipica esecuzione con il messaggio "ABSOLUTE INDEXING". Potete usare un

qualsiasi messaggio di 17 caratteri, oppure fare alcune modifiche al programma e riempire lo schermo.

Come indice, invece di X, si poteva anche usare il registro Y. Si possono usare entrambi indifferentemente.

STA 1000,X o STA 1000,Y
LDA 1000,X o LDA 1000,Y

Si poteva anche usare una combinazione dei due:

STA 1000,X
LDA 1000,Y

Naturalmente, al registro scelto si devono dare valore iniziale ed incremento correttamente.

INDIRIZZAMENTO INDICIZZATO INDIRETTO

L'uso principale di questo modo di indirizzamento consiste nel prelevare dati da una lista di indirizzi per eseguire un'operazione.
Poiché non c'è molto spazio inutilizzato nella nostra memoria di pagina zero, possiamo presentare soltanto una banale applicazione di questo modo di indirizzamento. Ancora una volta, l'istruzione LDA servirà ad esempio.
Il formato è:

LDA (oper,X)
Codice op. A1
2° byte, offset

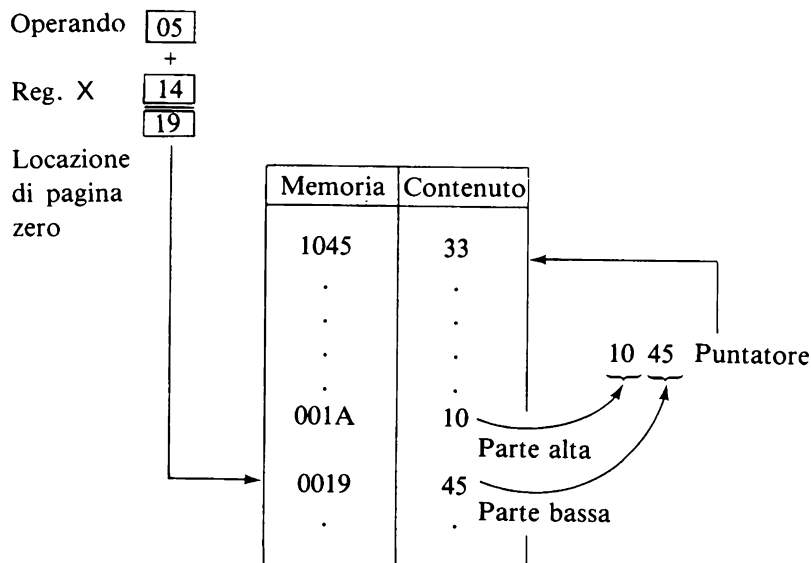
Il secondo byte dell'istruzione (offset) è aggiunto al contenuto del registro X (il riporto non viene considerato). Il risultato punta ad una *locazione di pagina zero* che contiene la parte bassa dell'indirizzo effettivo da cui sarà caricato il dato. La prossima locazione di pagina zero contiene la parte alta dell'indirizzo effettivo.

Esempio

La locazione di memoria 0019 contiene il valore 45
La locazione di memoria 001A contiene il valore 10
Il registro X contiene il valore 14
L'istruzione da eseguire è:

```
LDA (05,X)
```

Primo, il contenuto del registro X è sommato all'operando (offset) 14+5 = 19. Il risultato è l'indirizzo di pagina zero che contiene la parte bassa dell'indirizzo della locazione da cui si deve caricare l'accumulatore. Secondo, la parte alta dell'indirizzo della locazione da cui sarà caricato il dato è trovata nel prossimo indirizzo di pagina zero (19+1 = 1A)

Nell'esempio:

Dopo l'esecuzione di LDA(05,X): accumulatore 33

Tentiamo ora una breve dimostrazione del modo di indirizzamento indicizzato indiretto per l'istruzione LDA, usando il mini-assembler per as-

semblare il programma. Primo, inserite le istruzioni dopo il prompt (!). Ogni linea è assemblata appena inserita, ma non la mostreremo finché non sono state inserite tutte.

```
!300:LDA #14         Mette 14 nel registro X
! LDA#10             Mette 10 nell'accumulatore
! STA 1A             Lo memorizza in 001A
! LDA#45             Mette 45 nell'accumulatore
! STA 19             Lo memorizza in 0019
! LDA#33             Mette 33 nell'accumulatore
! STA 1045           Memorizza 33 in 1045
! LDA#0              Carica zero
! LDA (05,X)         Modo di indirizzamento indicizzato indiretto
! JSR FDDA           Visualizza l'accumulatore
! RTS
```

Il video:

```
*F666G

0300-   A2 14        LDX#$14
0302-   A9 10        LDA#$10
0304-   85 1A        STA $1A
0306-   A9 45        LDA#$45
0308-   85 19        STA $19
030A-   A9 33        LDA#$33
030C-   8D 45 10     STA $1045
030F-   A9 00        LDA#00
0311-   A1 05        LDA ($05,X
0313-   20 DA FD     JSR $FDA
0316-   60           RTS
!$FF69G  <------------------ Lasciamo il mini-assembler

*
```

Eseguite il programma. L'accumulatore viene caricato dall'istruzione in modo indicizzato indiretto a 0311. Poi viene visualizzato il valore 33.

```
.
.
.
0313-   20 DA FD        JSR $FDDA
0316-   60              RTS
!$FF69G

*300G
33
*
```


Possiamo vedere che, come ci aspettavamo, 33 è stato visualizzato. Come facciamo ad essere sicuri che è stato effettivamente visualizzato a causa dell'istruzione di indirizzamento indicizzato indiretto alla locazione 0311? Se volete controllare percorrete il programma un passo alla volta finché non raggiungete il salto all'istruzione di subroutine a 0313. A quel punto 33 sarà posto nell'accumulatore dall'istruzione di indirizzamento indicizzato indiretto, LDA(05,X).

```
*300S

0300-   A2 14           LDX#$14
 A=00 X=14 Y=FF P=30 S=0C
*S

0302-   A9 10           LDA#$10
 A=10 X=14 Y=FF P=30 S=0C
*S

0304-   85 1A           STA $1A
 A=10 X=14 Y=FF P=30 S=0C
*S

0306-   A9 45           LDA#$45
 A=45 X=14 Y=FF P=30 S=0C
*S

0308-   85 19           STA $19
 A=45 X=14 Y=FF P=30 S=0C
*S
```

```
030A-   A9 33          LDA #$33
 A=33 X=14 Y=FF P=30 S=0C
*S

030C-   8D 45 10       STA $1045
 A=33 X=14 Y=FF P=30 S=0C
*S

030F-   A9 00          LDA #$00
 A=00 X=14 Y=FF P=30 S=0C
*S

0311-   A1 05          LDA ($05,X)
 A=33 X=14 Y=FF P=30 S=0C
*S

0313-   20 DA FD       JSR $FDDA
 A=33 X=14 Y=FF P=30 S=0C
*
```

Questo è stato fatto per essere sicuri che l'accumulatore sia azzerato

L'accumulatore è caricato mediante indirizzamento indicizzato indiretto

Stop qui

Quest'ultimo programma non era molto interessante, vero? Questa volta useremo l'indirizzamento indicizzato indiretto per accedere a due differenti liste di dati. La prima lista consisterà di valori per il colore, la seconda conterrà righe a cui saranno visualizzate delle linee.
Useremo il mini-assembler per inserire il programma ed il monitor per inserire le liste di dati.
Iniziate con il mini-assembler.

```
*F666G

!300-:JSR FC58■
```

Indirizzo iniziale, due punti e prima istruzione

Premete RETURN

```
*F666G

0300- 20 58 FC        JSR $FC58
0303- 20 40 FB        JSR $FB40
! LDA #40■
```
← Terza istruzione

Continuate allo stesso modo finché tutte le istruzioni che seguono sono state inserite.
La lista completa delle istruzioni.

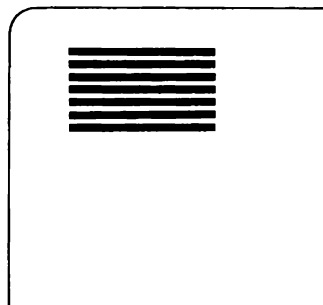
Quando avete inserito tutte le istruzioni, lo schermo apparirà così:

```
*F666G

0300-   20 58 FC      JSR $FC58
0303-   20 40 FB      JSR $FB40
0306-   A9 40         LDA #$40
0308-   85 10         STA $10
030A-   A9 50         LDA #$50
030C-   85 12         STA $12
030E-   A9 10         LDA #$10
0310-   85 11         STA $11
0312-   85 13         STA $13
0314-   A0 05         LDY #$05
0316-   A9 20         LDA #$20
0318-   85 2C         STA $20
031A-   A2 00         LDX #$00
031C-   A1 10         LDA ($10,X)
031E-   85 30         STA $30
0320-   A2 02         LDX #$02
0322-   A1 10         LDA ($10,X)
0324-   20 19 F8      JSR $F819
0327-   E6 10         INC $10
0329-   E6 12         INC $12
032B-   A5 10         LDA $10
032D-   C9 47         CMP #$47
032F-   D0 E3         BNE $0314
0331-   60            RTS
!■
```

Per inserire i dati, ritornate al monitor. Se tentate di inserire le liste di dati dall'assembler, verranno interpretate come istruzioni. E questo creerebbe una certa confusione.

```
.
.
.
0301- 60              RTS
!$FF69G

*1040:FF 11 99 66 CC 33 DD  ←— colori

*1050:05 07 09 0B 0D 0F 11  ←— righe

*■
```

Ora potete eseguire il programma

Lo schermo viene cancellato e le 8 linee colorate sono estratte dalla lista dei dati e visualizzate sullo schermo.

Ecco come vengono estratti i valori per disegnare le linee

INDIRIZZAMENTO INDIRETTO INDICIZZATO

Questo modo differisce dall'indirizzamento indicizzato indiretto, anche se i loro nomi sono simili e possono essere confusi.

Questo tipo di indirizzamento usa il registro Y come indice. Useremo l'istruzione STA per illustrare come opera. Il formato è:

STA (oper), Y
Codice op. 91
2° byte, indirizzo di pagina zero

Il secondo byte dell'istruzione è un indirizzo di pagina zero che contiene un indirizzo *di base*. Il valore del registro Y viene sommato a questo indirizzo base per ottenere l'effettiva parte bassa dell'indirizzo dove deve essere memorizzato l'accumulatore. La locazione di pagina zero che segue quella data nel secondo byte contiene la parte alta dell'indirizzo.

Esempio

L'accumulatore contiene il valore 55
La locazione di memoria 01 contiene il valore 32
La locazione di memoria 02 contiene il valore 11
Il registro Y contiene il valore 7
L'istruzione da eseguire è:

STA (01),Y

Primo, si prende il valore 32 dalla locazione 0001.
Secondo, viene sommato il contenuto del registro Y (7). Questo valore (32 + 7 = 39) è la parte bassa dell'indirizzo.
Terzo, il valore 11 contenuto nella locazione 0002 è usato come parte alta dell'indirizzo.
Così, il contenuto dell'accumulatore sarà memorizzato nella locazione 1139.

Nell'esempio:

Accumulatore 55

Viene eseguita l'istruzione STA(01),Y:

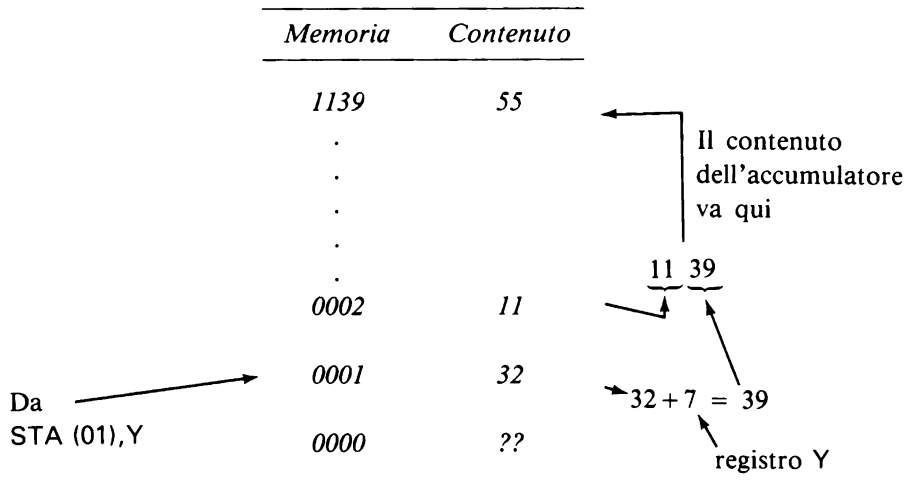
Memoria	*Contenuto*
1139	*55*
.	
.	
.	
.	
.	
0002	*11*
0001	*32*
0000	*??*

Il contenuto dell'accumulatore va qui

11 39

32 + 7 = 39

registro Y

Da STA (01),Y

Ecco un breve programma dimostrativo che utilizza l'istruzione STA(oper),Y. Ancora una volta, mostreremo prima gli input.

!300:LDY #7	Carica 7 nel registro X
! LDA #32	Carica l'accumulatore 32
! STA 1	Lo memorizza in 0001
! LDA #11	Carica 11
! STA 2	Lo memorizza in 0002
! LDA #55	Mette 33 nell'accumulatore
! STA (01),Y	Carica 55
! RTS	Modo di indirizzamento indiretto indicizzato

Il video dopo l'inserimento delle istruzioni:

```
*F666G

0300-   A0 07        LDY#$07
0302-   A9 32        LDA#$32
0304-   85 01        STA $01
0306-   A9 11        LDA#$11
0308-   85 02        STA $02
030A-   A9 55        LDA #$55
030C-   91 01        STA ($01),Y
030E-   60           RTS
!$FF69G  <---------------------- Ancora una volta
                                 scriviamo questo per
*                                lasciare il mini-as-
                                 sembler
```

Eseguite il programma. Non apparirà nulla. Quando appare il prompt alla fine del programma, esaminate la locazione 1139.

Riguardate il programma Scala automatica nel Cap. 6. Modificheremo quel programma per ottenere una durata variabile delle note. Le durate ed i valori del tono saranno ottenuti da due liste di dati. Si accederà ad essi mediante istruzioni indirette indicizzate.

PROGRAMMA SCALA AUTOMATICA MODIFICATO

```
*F666G

0300-   20 58 FC    JSR $FC58
0303-   A0 00       LDY #0
0305-   B1 03       LDA (03),Y      Carica la durata della lista
0307-   85 01       STA $01         La memorizza
0309-   B1 05       LDA (05),Y      Carica l'intensità dalla lista
030B-   85 00       STA $00         La memorizza
030D-   C8          INY
030E-   98          TYA             Salva il contenuto di Y
030F-   48          PHA
0310-   C0 09       CPY #$09        Guarda se ha finito
0312-   FO 17ZBE-
        Q $032B     Se sì, va alla
                    fine
0314-   AD 30 C0    LDA $C030
0317-   88          DEY
0318-   D0 04       BNE $031E       Parte del programma che
031A-   C6 01       DEC $01         pizzica l'altoparlante
031C-   F0 08       BEQ $0326
031E-   CA          DEX
031F-   D0 F6 F8    BNE $0317
0321-   A6 00 03    LDX $00
0323-   4C 14 03    JMP $0314
0326-   68          PLA             Riprende il valore di X salvato
0327-   A8 03       TAY
0328-   4C 05 03    JMP $0305       Prende un'altra nota
032B-   68          PLA
032C-   60          RTS             Ritorna al monitor
!$FF69G

*1040:FF C8 80 40 C8 40 80 FF       Durata
*1050:85 7F 79 74 6F 6B 67 64       Intensità
*03:40 10 50 10                     Puntatori per l'indirizzamento
*                                     indiretto indicizzato
```

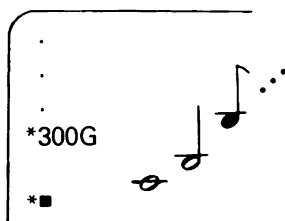
All'inizio del programma i valori in memoria usati dall'indirizzamento indiretto indicizzato:

Memoria	03 = 40	Memoria	05 = 50
	04 = 10		06 = 10

Il valore di Y viene sommato ad ognuna delle parti basse degli indirizzi (40 a 0003 e 50 a 0005) per trovare i valori corretti della durata e del tono per le note da suonare. Poiché il valore di Y viene incrementato ogni volta che si percorre il ciclo, ad ogni passaggio sarà suonato un nuovo tono con una nuova durata.

Memoria	*Durata*
1040	FF
1041	C8
1042	80
1043	40
1044	C8
1045	40
1046	80
1047	FF

Memoria	*Intensità*
1050	85
1051	7F
1052	79
1053	74
1054	6F
1055	6B
1056	67
1057	64

Cambiando una qualsiasi di queste locazioni, potete variare la tonalità e la durata. Con un po' d'immaginazione è possibile estendere queste liste di dati e suonare un intero pezzo con note di varia lunghezza. Se lo fate, non dimenticate di sostituire il valore contenuto nella locazione 0341, che deve rispecchiare il numero di note da suonare.
Quando eseguirete il programma, sarà suonata automaticamente la scala. In questo caso però, la lunghezza delle note varierà.

SOMMARIO

Congratulazioni! Ora siete programmatori in linguaggio assembler. Siete stati introdotti al mini-assembler dell'Apple ed avete esplorato alcuni suoi usi. Ora potete programmare in Basic, nel linguaggio macchina del

6502 ed in assembler. Noi speriamo che trascorrerete ancora un po' di tempo usando il mini-assembler. Riguardate alcuni dei programmi in linguaggio macchina apparsi all'inizio del libro ed inseriteli per mezzo dell'assembler. Tentate con qualche programma vostro. Più userete l'assembler, più abile diventerete, e più facile sarà utilizzarlo.

In questo capitolo avete imparato a:

1. passare dal mini-assembler al monitor e viceversa;
2. usare i codici mnemonici delle istruzioni del linguaggio macchina con il mini-assembler;
3. inserire istruzioni in assembler;
3. usare 4 modi di indirizzamento indicizzato:
   a. indicizzato in pagina zero
   b. assoluto indicizzato
   c. indicizzato indiretto
   d. indiretto indicizzato

Nuove istruzioni

1. LDA oper,X Caricamento dell'accumulatore con indirizzamento indicizzato in pagina zero. Carica l'accumulatore dall'indirizzo di pagina zero dell'operando, più il contenuto del registro X.
2. STA oper X Memorizzazione dell'accumulatore con indirizzamento indicizzato in pagina zero. Memorizza il contenuto dell'accumulatore nell'indirizzo di pagina zero dell'operando, più il contenuto del registro X.
3. LDA oper,X Caricamento dell'accumulatore assoluto indicizzato. Carica l'accumulatore dall'indirizzo completo dell'operando, più il contenuto del registro X (si può usare anche Y).
4. STA oper,X Memorizzazione dell'accumulatore assoluto indicizzato. Memorizza il contenuto dell'accumulatore nell'indirizzo completo dell'operando, più il contenuto del registro X (si può usare anche Y).
5. LDA (oper,X) Caricamento dell'accumulatore indicizzato indiretto. Carica l'accumulatore da una locazione di memoria che è indirizzata indirettamente dall'offset dell'operando, più il contenuto del registro X. Il risultato "punta" alle locazioni di pagina zero che contengono l'indirizzo effettivo.
6. STA (oper),Y Memorizzazione dell'accumulatore indiretta indicizzata. Memorizza il contenuto dell'accumulatore nella locazione che è ottenuta dalla memoria di pagina zero dell'operando (e pagina zero + 1). Il contenuto del registro Y viene sommato per ottenere la parte bassa dell'indirizzo effettivo. Pagina zero + 1 contiene la parte alta dell'indirizzo effettivo.
7. LDA (oper),Y Caricamento dell'accumulatore indiretto indicizzato.

Memorizza il valore dell'accumulatore nella locazione che è ottenuta dalla memoria di pagina zero dell'operando (e pagina zero + 1). Il contenuto del registro Y viene sommato per ottenere la parte bassa dell'indirizzo effettivo. Pagina zero + 1 contiene la parte alta dell'indirizzo effettivo.

Simboli e comandi del mini-assembler

1. F666G, per accedere al mini-assembler dal monitor
2. $FF69G, per ritornare al monitor dal mini-assembler
3. !, prompt del mini-assembler

ESERCIZI

1. Qual è il comando esadecimale a quattro cifre per entrare nel mini-assembler?
   * ______ ______ ______ ______ G

2. Qual è il simbolo di prompt del mini-assembler?
   ______

3. Qual è il comando per lasciare il mini-assembler e ritornare al monitor di sistema:
   !______ ______ ______ ______ ______ G

4. Il seguente programma è stato inserito con il mini-assembler. Immaginatevi un'esecuzione e riportate il risultato.

```
*F666G

0300-   F8          SED
0301-   18          CLC
0302-   A9 17       LDA#$17
0304-   69 78       ADC#$78
0306-   20 DA FD    JSR $FDDA
0309-   60          RTS
!$FF69G
```

* ______ ______ ______ ______

______ ______ Mettete qui la vostra risposta

______

5. Un programma contiene le due seguenti istruzioni. Spiegare il risultato della loro esecuzione. Supponete che il registro X contenga 08.

Memoria	Codice op.	Codice dell'Assembler
0302	A9 22	LDA #$22
0304	95 03	STA $03,X

____

____

6. Dire che modo di indirizzamento è usato nelle seguenti istruzioni:
   a. STA$03,X ______________________
   b. STA$1033,Y ______________________
   c. LDA(05,X) ______________________
   d. STA(07),Y ______________________

7. Quanti byte sono usati da ognuno dei seguenti tipi di istruzioni di indirizzamento?
   a. Assoluto indicizzato ______________
   b. Indicizzato in pagina zero ______________
   c. Indicizzato indiretto ______________

8. Il programma alle pagine 240-244 vi permette di inserire 17 caratteri dalla tastiera. Indicate quali locazioni devono essere cambiate e quali modifiche si devono fare affinché il programma accetti 64 caratteri.

   ________ ________

   ________ ________

9. Supponiamo che il registro X contenga 9, il registro Y 8, e che i seguenti valori stiano nelle locazioni specificate:

Memoria	Contenuto
0012	10
0013	11
0014	12

   viene eseguita l'istruzione: LDA (04,X).
   Da quale locazione di memoria sarà caricato l'accumulatore?

10. Supponiamo di avere le stesse condizioni dell'Esercizio 9.
    Viene eseguita questa istruzione: STA (12),Y
    In che locazione verrà memorizzato l'accumulatore?

    ____

RISPOSTE AGLI ESRECIZI

1. F666G
2. !
3. !$FF69G
4. *300G
   95
   *
5. Il valore 22 sarà caricato nell'accumulatore e poi memorizzato nella locazione 000B. (0003 + 0008 = 000B)
6. a. Indicizzato in pagina zero
   b. Assoluto indicizzato
   c. indicizzato indiretto
   d. Indiretto indicizzato
7. a. 3 b. 2 c. 2
8. Memoria Cambiare in
   a. 030A 40 (30 ESA = 64 decimale)
   b. 031A 40
9. 1211 registro X = 9 più operando = 4 dà 13
   la parte alta dell'indirizzo si ottiene da 0014 = 12
10. 1118 10 dalla locazione 0012 (operando)
    +8 dal registro Y

    ———

    18 = parte bassa dell'indirizzo
    11 dalla locazione (0012 + 1) = parte alta dell'indirizzo

CAPITOLO DODICI

Mettendo tutto assieme

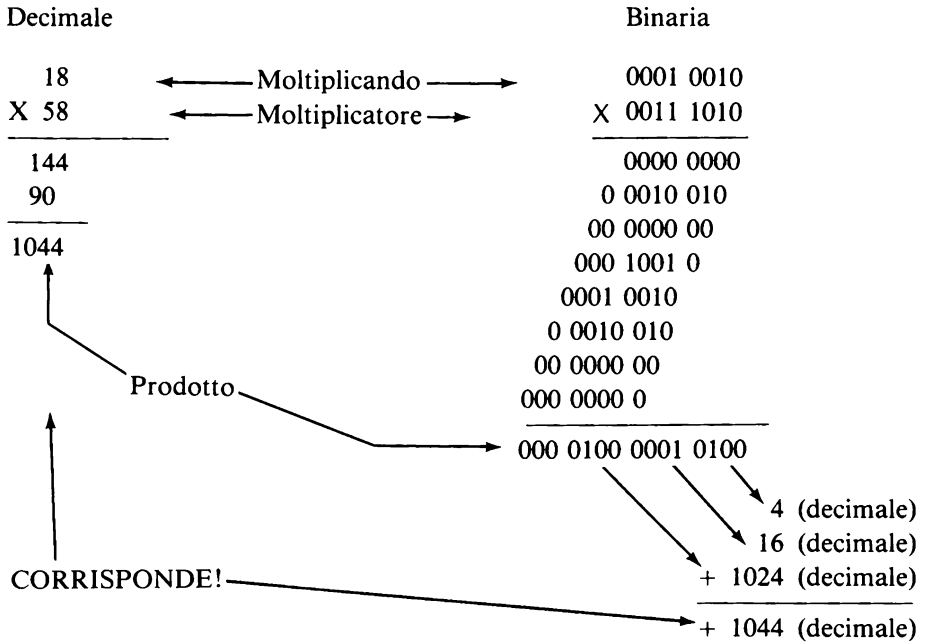
BASIC **SOB** **MS** **MA**

In questo libro avete imparato quattro metodi per inserire ed eseguire programmi in linguaggio macchina.

1. Direttamente dal Basic, usanto POKE, CALL e PEEK.
2. Mediante il sistema operativo in Basic
3. Direttamente in linguaggio macchina usando il monitor di sistema
4. Per mezzo del mini-assembler

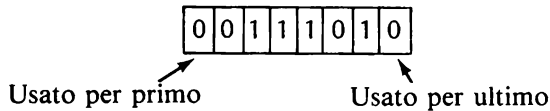
In quest'ultimo capitolo, useremo ognuno di questi quattro metodi per inserire ed eseguire una moltiplicazione ad 8 bit. Il set di istruzioni del 6502 *non contiene* un'istruzione per la moltiplicazione o per la divisione. Ad ogni modo, ci sono molti modi per programmare queste due operazioni. Ne spiegheremo uno che è semplice e diretto.

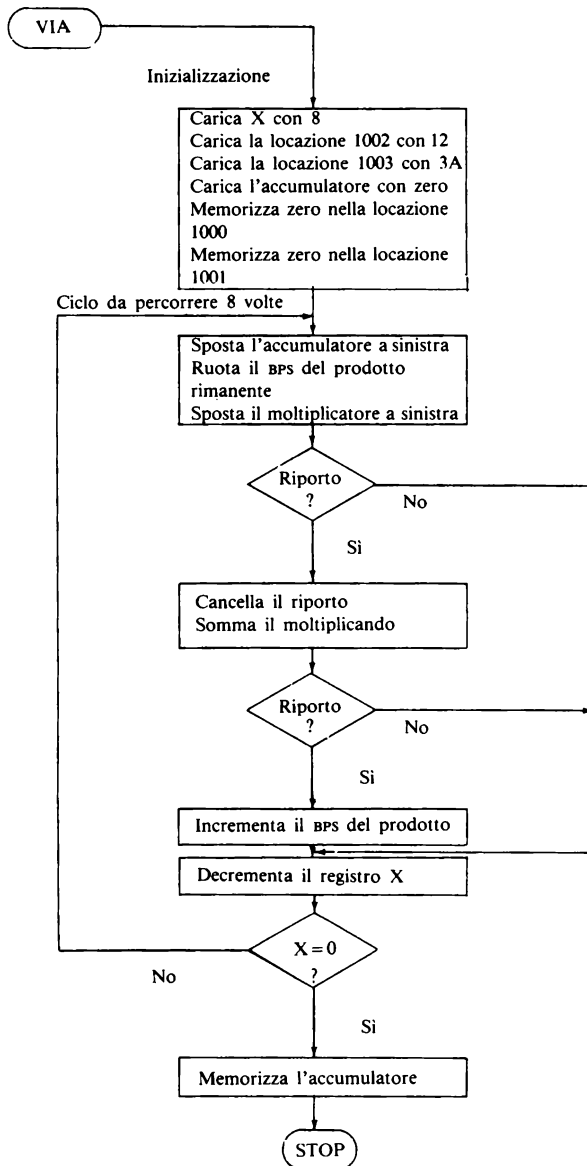
MOLTIPLICAZIONE A 8 BIT

Ricordate, il computer esegue la sua aritmetica usando numeri binari. Diamo prima un'occhiata ad un esempio di moltiplicazione binaria con carta e matita. Moltiplicheremo 18 (decimale) per 58 (decimale) usando sia la moltiplicazione decimale che quella binaria.

Notate che la nostra moltiplicazione implica la somma del moltiplicando ogni volta che compare un 1 nel moltiplicatore. Naturalmente, c'è uno *spostamento a sinistra* ogni volta che viene usato un bit del moltiplicatore, proprio come nella moltiplicazione decimale. Anche nella moltiplicazione binaria si procede da destra a sinistra man mano che si moltiplicano i bit del secondo numero.
Il programma che useremo fa praticamente la stessa cosa. La prima parte del programma inizializza le memorie con i valori appropriati. Metteremo queste quantità in memoria come segue:

Indirizzo di memoria	*Contenuto*
1000	Byte più significativo del prodotto
1001	Byte meno significativo del prodotto
1002	Moltiplicando (12)
1003	Moltiplicatore (3A)

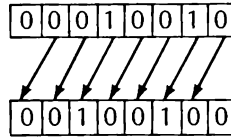
Durante l'esecuzione del programma, l'accumulatore conterrà tempora-

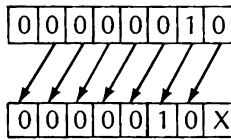
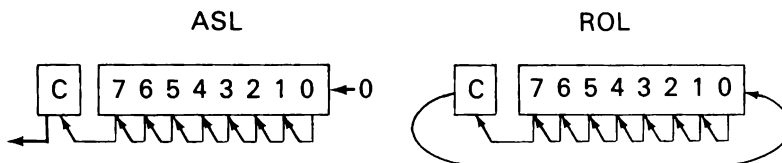
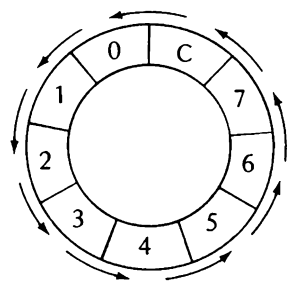
neamente il byte meno significativo del prodotto. Avrete notato che il moltiplicatore viene usato da sinistra a destra (l'opposto del metodo con carta e matita) per semplificare il procedimento.

Il moltiplicatore viene spostato a sinistra man mano che moltiplica.

Ecco un diagramma di flusso per chiarire il programma.

La parte di inizializzazione è ora facile. Avete già usato ogni istruzione di questa parte del programma. Sono tutte istruzioni di caricamento o memorizzazione in vari modi di indirizzamento.
La tavola che segue mostra i valori da inserire sia in forma decimale che esadecimale.

Indirizzo di memoria		*Linguaggio macchina*		*Mnemonico assembler*
Dec.	*Esa*	*Dec.*	*Esa*	
768	0300	162	A2	LDX #08
769	0301	8	08	
770	0302	169	A9	LDA #12
771	0303	18	12	
772	0304	141	8D	STA $1002
773	0305	2	02	
774	0306	16	10	
775	0307	169	A9	LDA #3A
776	0308	58	3A	
777	0309	141	8D	STA $1003
778	030A	3	03	
779	030B	16	10	
780	030C	169	A9	LDA #00
781	030D	0	00	
782	030E	141	8D	STA $1000
783	030F	0	00	
784	0310	16	10	
785	0311	141	8D	STA $1001
786	0312	1	01	
787	0313	16	10	

Il ciclo esegue la moltiplicazione. Compaiono due nuove istruzioni. Una di queste, ASL (*Arithmetic Shift Left*, spostamento aritmetico a sinistra), è stata discussa nel Cap. 3. Questa volta la usiamo, a 788 (decimale), per spostare il contenuto dell'accumulatore. La utilizziamo anche a 792 (decimale) nel modo di indirizzamento assoluto. Quando viene usata in questo modo, i bit della memoria specificata sono spostati a sinistra.

Esempio

Sfrutteremo il fatto che il bit più significativo, in un'operazione di spostamento, viene portato nel bit di riporto del registro di stato del processore.
Un'altra nuova istruzione, ROL (*ROtate one bit Left*, ruota di un bit a sinistra), viene usata a 789 (decimale) nel modo di indirizzamento assoluto. Questa istruzione è simile ad ASL, ma differisce da questa per un particolare importante.

Esempio

Durante l'esecuzione di ogni istruzione, il bit più significativo viene posto nel bit di riporto del registro di stato del processore. Nell'istruzione ASD il bit meno significativo viene azzerato. Nell'istruzione ROL invece, il bit meno significativo assume il valore del bit di riporto del registro di stato (0 o 1).
Il nome delle istruzioni deriva dall'azione che svolgono.

L'istruzione di spostamento aritmetico a sinistra non fa altro che spostare ogni bit a sinistra di una posizione. Nel bit più in basso viene messo zero, mentre il bit più in alto è messo nel bit di riporto. Il vecchio bit di riporto viene perso.
L'istruzione di rotazione a sinistra è come un cerchio. Ogni bit si muove di una posizione lungo il cerchio. Quindi, i bit vengono ruotati di un posto a sinistra.

Se ruotate a sinistra nove volte, tutto ritorna nella situazione iniziale. Se spostate a sinistra nove volte, avrete zero in ogni bit (incluso quello di riporto). La tavola che segue mostra i valori sia decimali che esadecimali da inserire per il ciclo e per uscire dal programma.

Indirizzo di memoria		*Macchina*		*Assembler mnemonico*
Dec.	*Esa*	*Dec.*	*Esa*	
788	0314	10	0A	ASL A
789	0315	46	2E	ROL $1000
790	0316	0	00	
791	0317	16	10	
792	0318	14	0E	ASL $1003
793	0319	3	03	
794	031A	16	10	
795	031B	144	90	BCC $0326
796	031C	9	09	
797	031D	24	18	CLC

798	031E	109	6D	ADC $1002
799	931F	2	02	
800	0320	16	10	
801	0321	144	90	BCC $0326
802	0322	3	03	
803	0323	238	EE	INC $1000
804	0324	0	00	
805	0325	16	10	
806	0326	202	CA	DEX
807	0327	208	D0	BNE $0314
808	0328	235	EB	
809	0329	141	8D	STA $1001
810	032A	1	01	
811	032B	16	10	
812	032C	96	60	RTS

MOLTIPLICAZIONE DIRETTAMENTE DAL BASIC

Il programma in linguaggio macchina può essere messo in memoria direttamente dal Basic. Questo si otterrà con un ciclo FOR... NEXT contenente delle istruzione READ e POKE. Il programma verrà poi eseguito con un'istruzione CALL, ed il risultato sarà visualizzato con un'istruzione. PRINT PEEK. Assicuratevi di essere in Basic Applesoft II.

MOLTIPLICAZIONE DAL BASIC

```
10 FOR M = 768 TO 812
20 READ D
30 POKE M,D
30 NEXT M
50 CALL 768
60 PRINT PEEK(4096)*256+PEEK(4097)
70 END
80 DATA 162,8,169,18,141,2,16,169,58,141
```

```
90 DATA 3,16,169,0,141,0,16,141,1,16
100 DATA 10,46,0,16,14,3,16,144,9,24,109
110 DATA 2,16,144,3,238,0,16,202,208
120 DATA 235,141,1,16,96
```

Dopo che i programma è stato inserito, scrivete RUN per eseguirlo. Sarà visualizzato ciò che segue.

L'inserimento del programma direttamente dal Basic ha il vantaggio della velocità di inserimento. Un semplice ciclo FOR...NEXT mette tutti i codici di linguaggio macchina nelle loro rispettive locazioni. Il programma viene poi eseguito mediante un'istruzione CALL, ed il risultato è visualizzato con PRINT PEEK.
Tuttavia, ci sono degli svantaggi. Ogni istruzione ed indirizzo a cui si fa riferimento nel programma deve essere convertito dalla notazione esadecimale nel suo equivalente decimale prima che il programma possa essere inserito. Ricordate, i riferimenti al linguaggio macchina sono in codice esadecimale, ed il Basic usa numeri decimali. La conversione può richiedere del tempo se il programma è lungo. Il procedimento è soggetto a molti errori da parte del programmatore. Sebbene apparentemente piccoli, questi errori possono rivelarsi disastrosi nell'esecuzione del programma. Se vengono fatti degli errori, non c'è modo di correggere il programma direttamente, poiché, quando siamo in Basic, non stiamo usando il monitor di sistema dell'Apple.

MOLTIPLICAZIONE USANDO IL SISTEMA OPERATIVO IN BASIC

Quando viene utilizzato il sistema operativo in Basic, gli indirizzi vengono inseriti dal sistema (tranne l'indirizzo iniziale). I codici op. di linguaggio macchina sono inseriti in forma esadecimale direttamente dal manuale di riferimento.
Il sistema operativo deve essere caricato da una cassetta o inserito dalla

tastiera (vedere Cap. 27). Una volta eseguito, il programma richiede l'indirizzo iniziale ed il numero di byte. Il nostro indirizzo iniziale è 768, e ci sono 45 byte.

```
INDIRIZZO INIZIALE DEL PROGRAMMA=?768
QUANTI BYTE?45
BATTI RETURN PER INSERIRE IL PROGRAMMA
768 ■
```

Ora inserite il programma. Il computer terrà conto di ogni locazione di memoria e la stamperà in ordine. Tutto quello che dovete fare è inserire il codice esadecimale corretto (per i codici op. esadecimali da inserire, vedere le tavole mostrate precedentemente in questo capitolo). Dopo che il programma è stato inserito completamente, il sistema operativo visualizzerà i vostri input in blocchi di 20 byte, come segue.

```
ECCO IL TUO PROGRAMMA

768 A2
769 08
770 A9
771 12
772 8D
773 02
774 10
775 A9
776 3A
777 8D
778 03
779 10
780 A9
781 00
782 8D
783 00
784 10
785 8D
786 01
787 10
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE
■
```

Dovete quindi controllare questa lista parziale per vedere se ci sono errori. Prendete nota delle correzioni da effettuare, ma non fatele finché non vi verrà chiesto alla fine dell'ultimo blocco. Ora siete pronti per passare al prossimo blocco di 20 (o meno) byte di dati.

```
788 0A
789 2E
790 00
791 10
792 0E
793 03
794 10
795 90
796 09
797 18
798 6D
799 02
800 10
801 90
802 03
803 EE
804 00
805 10
806 CA
807 D0
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE
■
```

Ora l'ultimo blocco di dati

```
808 EB
809 8D
810 01
811 10
812 60
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER CONTINUARE
■
```

Ora, quando premete un tasto qualunque, avrete la possibilità di effettuare le vostre modifiche.

```
.
.
.
.
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?■
```

Se non ci sono modifiche, scrivete 99 e premete un tasto qualsiasi per l'esecuzione.

```
.
.
.
SE CI SONO MODIFICHE BATTI L'INDIRIZZO
ALTRIMENTI BATTI 99
?99
PREMI UN TASTO QUALSIASI PER PARTIRE■
```

Quando il programma si sarà fermato, scrivete:

```
PRINT PEEK(4096)*256+PEEK(4097)
```

```
]PRINT PEEK(4096)*256+PEEK(4097)
1044

]■
```

Questo metodo elimina lo svantaggio di dover convertire i codici esadecimali in valori decimali per il Basic. Il sistema operativo lo fa per noi. L'utente deve soltanto inserire l'indirizzo iniziale, il numero di byte, ed ogni byte esadecimale di dati.
Naturalmente, dobbiamo prenderci la briga di caricare il sistema operativo ogni volta che lo vogliamo usare. Se il vostro sistema è fornito di dischi, questo non è un grosso problema. Il caricamento da registratore è più lento, e quello da tastiera è il più lento di tutti.
Il sistema operativo in Basic non è molto maneggevole, ma è servito allo scopo di introdurvi alla programmazione in linguaggio macchina con passi facili e divertenti per mezzo di comandi ed istruzioni del Basic.

MOLTIPLICAZIONE USANDO IL MONITOR DI SISTEMA

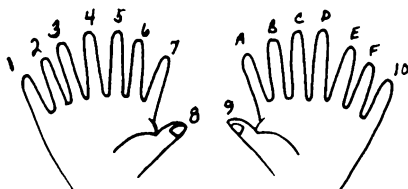
Questo è il modo più diretto di inserire un programma in linguaggio macchina. Tutto quello che dovete fare è inserire l'indirizzo iniziale ed ogni valore esadecimale separato dagli altri da uno spazio. Sarà bene spezzare i programmi lunghi in parti di circa 3 linee fisiche di lunghezza. Questa volta useremo dati esadecimali.

```
*300:A2 08 A9 12 8D 02 10 A9 3A 8D 03 10
A9 00 8D 00 10 8D 01 10 0A 2E 00 10 0E
03 10 90 09 18 6D 02 10 90 03 EE 00 10 C
A D0 EB 8D 01 10 60

*
```

Per eseguire il programma, dovete semplicemente scrivete:

Per vedere il risultato, scrivete:

Questo metodo permette l'inserimento diretto di codici di macchina, un comando diretto per l'esecuzione, e un modo di esaminare le locazioni appropriate per vedere i risultati. La preparazione necessaria prima dell'inserimento è uno svantaggio. I codici mnemonici devono essere tra-

dotti. Tutte le destinazioni dei salti devono essere calcolate e convertite in valori esadecimali. Anche tutti i dati vanno inseriti in notazione esadecimale. I risultati sono in esadecimale, e devono essere convertiti in valori decimali affinché abbiano significato (a meno che non abbiate otto dita per mano).

A poche persone piace fare tutti questi calcoli matematici, cosicché, per creare programmi in linguaggio macchina, viene utilizzato un assembler.

MOLTIPLICAZIONE USANDO IL MINI-ASSEMBLER

Quando usa il mini-assembler, il programmatore ha soltanto a che fare con l'indirizzo iniziale ed i codici mnemonici delle istruzioni. I codici mnemonici sono molto più facili da ricordare di quelli esadecimali. Dopo averli usati un po', vedrete che non dovrete più cercarli. Poiché sono abbreviazioni degli effettivi nomi delle istruzioni, hanno un certo significato.

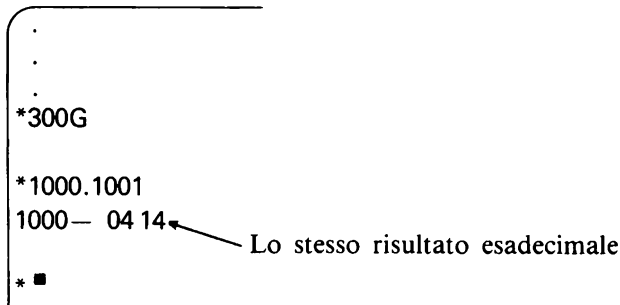
Per accedere al mini-assembler, scrivete: F666G

Inserite l'indirizzo iniziale, due punti ed il primo codice mnemonico.

Il mini-assembler assembla questa istruzione e sostituisce la vostra linea

con l'indirizzo, il codice op. ed il codice mnemonico. Il cursore si sposta alla prossima linea, pronto per il successivo codice mnemonico ed un qualsiasi operando.

```
*F666G

0300-    A2 08        LDX #$08
!■
```

Continuate ad inserire i codici mnemonici con i loro operandi finché il programma sarà completo.

```
*F666G

0300-   A2 8         LDX#$08
0302-   A9 12        LDA#$12
0304-   8D 02 10     STA $1002
0307-   A9 3A        LDA #$3A
0309-   8D 03 10     STA $1003
030C-   A9 00        LDA #$00
030E-   8D 00 10     STA $1000
0311-   0D 01 10     STA $1001
0314-   0A           ASL8
0315-   2E 00 10     ROL $1000
0318-   0E 03 10     ASL $1003
031B-   90 09        BCC $0326
031D-   18           CLC
031E-   6D 02 10     ADC $1002
0321-   90 03        BCC $0326
0323-   EE 00 10     INC $1000
0326-   CA           DEX
0327-   D0 EB        BNE $0314
0329-   8D 01 10     STA $1001
032C-   60           RTS
!$FF69G

*
```


Per eseguire il programma, usate il comando del monitor 300G.

```
.
.
.
*300G

*■
```

Per vedere il risultato, scrivete 1000.1001

La maggior parte delle persone che lavorano con il linguaggio macchina sono d'accordo che un assembler rimuove buona parte dei fastidi della programmazione in questo linguaggio. Non è possibile eseguire programmi dall'assembler, ma esso si prende il compito di assegnare i codici op. e gli operandi che li seguono.
Il mini-assembler si basa sul monitor di sistema per l'esecuzione del programma assemblato e nell'esame della memoria per vedere i risultati (sebbene una visualizzazione del risultato potesse essere inclusa nel programma). Avete visto ognuno dei quattro metodi in azione sullo stesso programma. Ricordatevi che abbiamo fornito i codici delle istruzioni necessari ed i dati per il programma. Provate questi metodi su un programma di vostra creazione e poi decidete che metodo preferite.
La combinazione del mini-assembler e del monitor di sistema è difficilmente battibile. Il mini-assembler fa tutto il lavoro di dettaglio, ed il monitor permette di correggere ed eseguire il programma.

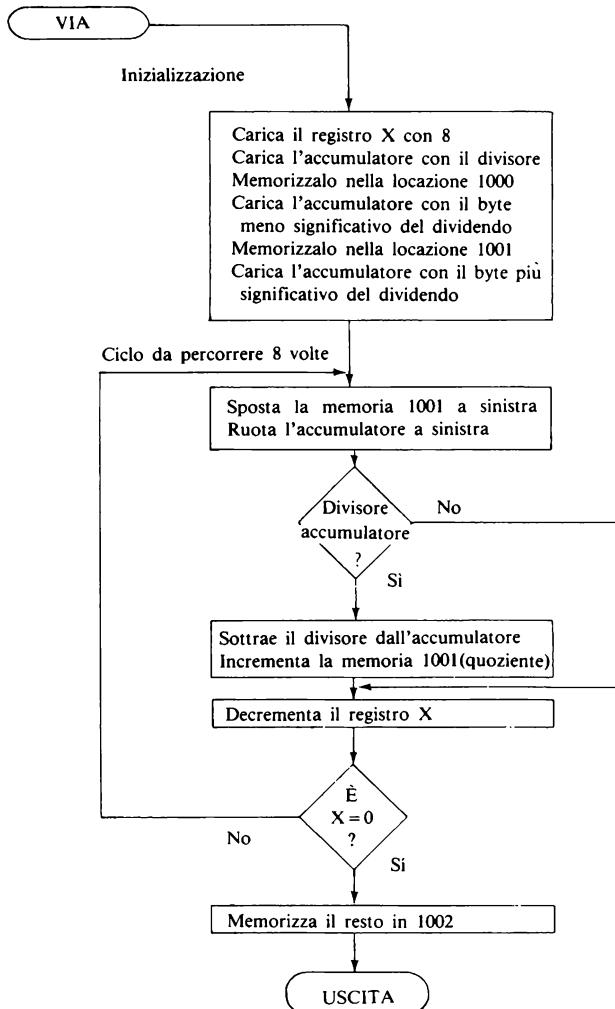
DIVISIONE A 8 BIT

Anche questa volta, daremo un'occhiata alla divisione con carta e matita prima di vedere il metodo del calcolatore. Poiché la divisione è l'operazione inversa della moltiplicazione, useremo gli stessi numeri che abbiamo utilizzato nell'esempio relativo alla moltiplicazione, con una eccezione. Sceglieremo cioè il dividendo in modo che la divisione non sia esatta e si abbia un resto.

Proprio come nella moltiplicazione, ci saranno degli spostamenti di bit mentre viene eseguita la divisione. In questo procedimento il valore di posizione è molto importante. Notate che la sottrazione viene fatta solo se il divisore è minore della parte di dividendo attualmente in esame. In questo caso, nel quoziente viene posto un 1. Se il divisore è maggiore, viene messo uno 0 nel quoziente. Il nostro programma in linguaggio macchina agirà praticamente nello stesso modo. La prima parte del programma mette i valori appropriati nelle loro rispettive locazioni di memoria. I valori sono memorizzati come segue:

Indirizzo di memoria	*Contenuto*
1000	Byte più significativo del dividendo
1001	Byte meno significativo del dividendo
1002	Resto

L'accumulatore e la locazione 1001 contengono il dividendo originale. Ogni volta che viene percorso il ciclo, il contenuto della locazione 1001 viene spostato a sinistra e l'accumulatore è ruotato a sinistra. Se, da questa azione sulla memoria 1001 si ottiene un riporto, esso apparirà come un 1 nel bit meno significativo dell'accumulatore quando questo sarà ruotato. Se invece non si ha riporto, nel bit meno significativo dell'accumulatore comparirà 0. Così, ogni volta che si percorre il ciclo, il dividendo viene spostato di una posizione dalla locazione 1001 nell'accumu-

latore. Questo permette al computer di confrontare il divisore con la parte più significativa del dividendo per una prova di divisione.
La divisione viene eseguita confrontando il divisore con l'accumulatore. Ogni volta che il divisore è minore o uguale dell'accumulatore, il divisore viene sottratto dall'accumulatore e la memoria 1001 è incrementata di uno.
Questo significa che comparirà 1 nel quoziente.
Se il divisore è maggiore dell'accumulatore, non viene effettuata la sottrazione, e la locazione 1001 non è incrementata. Questo significa che apparirò 0 nel quoziente. Quando i bit dell'accumulatore e della memoria sono spostati a sinistra, il quoziente appare nella memoria 1001 da destra (0 se il divisore è maggiore del dividendo, 1 altrimenti).

Dopo aver completato il ciclo (che è stato percorso 8 volte), il resto viene posto nella locazione 1002. Alla fine dell'esecuzione, troverete il quoziente di 8 bit nella locazione 1001 ed il resto nella memoria 1002. L'inizializzazione è simile a quella per il programma per la moltiplicazione.

Indirizzo di memoria		*Macchina*		*Assembler*
Dec.	*Esa*	*Dec.*	*Esa*	*mnemonico*
768	0300	162	A2	LDX 08
769	0301	8	08	
770	0302	169	A9	LDA 3A
771	0303	58	3A	
772	0304	141	8D	STA $1000
773	0305	0	00	
774	0306	16	10	
775	0307	169	A9	LDA 16
776	0308	29	16	
777	0309	141	8D	STA $ 1001
778	030A	1	01	
779	030B	16	10	
780	030C	169	A9	LDA 4
781	030D	4	04	

L'istruzione di rotazione appare, nel ciclo di questo programma, in una nuova forma. Abbiamo usato ROL A per ruotare l'accumulatore. Questa istruzione lavora nello stesso modo che nel caso della rotazione di una memoria, ma questa volta è il contenuto dell'accumulatore che viene ruotato. Il ciclo è percorso ancora 8 volte usando il registro X come contatore.

Ora la parte relativa alla divisione.

Indirizzo di memoria		*Macchina*		*Assembler mnemonico*
Dec.	*Esa*	*Dec.*	*Esa*	
782	030E	14	0E	ASL $1001
783	030F	1	01	
784	0310	16	10	
785	0311	42	2A	ROL A
786	0312	199	CD	CMP $1000
787	0313	0	00	
788	0314	16	10	
789	0315	144	90	BCC $031D
790	0316	6	06	
791	0317	237	ED	SBC $1000
792	0318	0	00	
793	0319	16	10	
794	031A	238	EE	INC $1001
795	031B	1	01	
796	031C	16	10	
797	031D	196	CA	DEX
798	031E	208	D0	BNE $030E
799	031F	239	EF	
800	0320	141	8D	STA $1002
801	0321	2	02	
802	0322	16	10	
803	0323	96	60	RTS

Scegliete quale metodo volete usare per inserire ed eseguire il progrmma:
1. Basic
2. Sistema operativo in Basic
3. Monitor di sistema
4. Assembler

Noi useremo l'assembler.

```
*F666G

0300-   A2 08       LDX#$08
0302-   A9 3A       LDA#$3A
0304-   8D 00 10    STA $1000
0307-   A9 16       LDA#$16
0309-   8D 01 10    STA $1001
030C-   A9 04       LDA #$04
030E-   0E 01 10    ASL $1001
0311-   2A          ROL
0312-   CD 00 10    CMP $1000
0315-   90 06       BCC $031D
0317-   ED 00 10    SBC $1000
031A-   EE 01 10    INC $ 1001
031D-   CA          DEX
031E-   D0 EF       BNE $030E
0320-   8D 02 10    STA $1002
0323-   60          RTS
!$FF69G
*300G

*1001.1002
1001-12 02  <- Resto
     ^
     Quoziente
*
```

Questo conclude il capitolo, ed anche l'esplorazione del linguaggio macchina in questo libro. Ci sono ancora molte cose da imparare. Alcune istruzioni non sono state discusse; ma con le basi che ora avete, sarete in grado di scoprire tutto il resto da soli. La lista completa delle istruzioni è data nell'Appendice D. Queste sono anche riportate, assieme ad una descrizione del loro uso, nell'*MCS6500 Microcomputer Family Programming Manual.*

SOMMARIO

In questo capitolo avete avuto la possibilità di confrontare quattro modi di produrre un programma in linguaggio macchina:

1. Direttamente dal Basic

2. Dal sistema operativo in basic
3. Dal monitor di sistema dell'Apple
4. Dal mini-assembler

Ogni metodo ha vantaggi e svantaggi. Per spiegare questi metodi abbiamo usato degli esempi relativi alla moltiplicazione e alla divisione.

Avete imparato che

1. La moltiplicazione di due numeri di 8 bit dà un risultato di 16 bit.
2. Il computer può moltiplicare spostando e ruotando i dati e sommando il moltiplicatore in un modo predeterminato.
3. Ognuno dei quattro metodi fornisce risultati equivalenti.
4. Tutti i metodi, tranne l'assembler, richiedono la codifica delle istruzioni e/o la trasformazione di numeri da una base in un'altra.
5. Tra i quattro metodi, l'assembler è quello che richiede la fase preparatoria più breve — esso assembla un programma in linguaggio macchina facendo tutti i calcoli necessari e scegliendo i codici op. in base a quelli mnemonici da voi forniti.
6. Il computer esegue la divisione in modo simile al metodo usuale con carta e matita.
7. La divisione di un dividendo di 16 bit per un divisore di 8 bit produce un quoziente di 8 bit con un resto.

Nuove istruzioni

ROL oper Un'istruzione ad indirizzamento assoluto che ruota ogni bit della locazione specificata di un posto a sinistra. Il bit più significativo si sposta nel bit di riporto, mentre quest'ultimo finisce nel bit meno significativo della memoria specificata.

ASL oper Un'istruzione ad indirizzamento assoluto che sposta ogni bit nella locazione specificata di un posto a sinistra. Il bit più significativo si sposta nel bit di riporto, e nel bit meno significativo della memoria specificata viene posto zero.

ROL A Ruota i bit dell'accumulatore di una posizione a sinistra. Il bit più significativo si sposta nel bit di riporto, e quest'ultimo finisce nel bit meno significativo dell'accumulatore.

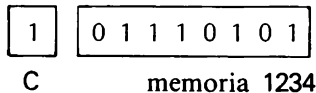
ESERCIZI

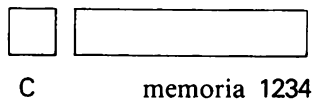
1. Scrivete i quattro metodi spiegati per l'inserimento di programmi in linguaggio macchina.
   a. ______________________________
   b. ______________________________
   c. ______________________________
   d. ______________________________

2. Spiegare che cosa succede nel bit di riporto dopo l'esecuzione dell'istruzione ASL A
   Il bit di riporto ______________________________
   ____

3. Spiegare il registro X è stato posto uguale a 8 all'inizio del programma di moltiplicazione.
   ____
   ____
   ____

4. Supposto che la memoria 1234 contenga ciò che segue e che il bit di riporto sia posto a uno,

1	0 1 1 1 0 1 0 1
C	memoria 1234

mostrare che cosa conterranno dopo l'esecuzione dell'istruzione ROL $1234

C	memoria 1234

5. In che locazioni di memoria si troverà il prodotto nella moltiplicazione dal programma in Basic?
   ______________ (decimale) e ______________ (decimale)

6. Se un programma in linguaggio macchina è lungo 50 byte ed è inserito per mezzo del sistema operativo, i dati verranno visualizzati in blocchi di lunghezza specificata. Quanto blocchi saranno necessari per visualizzare tutto il programma?
   ____

7. Se, per inserire un programma in linguaggio macchina, viene usato il monitor di sistema, che sistema numerico (decimale, esadecimale o binario) deve essere usato?

____

8. Che effetto ha il comando *F666G?

____

____

9. Che cosa sarà visualizzato dopo l'inserimento di *F666G?

```
*F666G

_______________
```

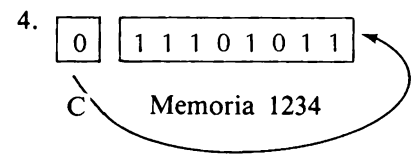
10. Se volete lasciare il mini-assembler e ritornare al monitor di sistema, che comando dovete dare?

```
.
.
.
! _______________
```

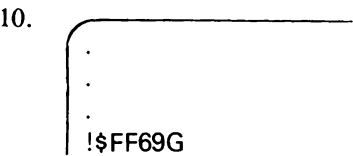
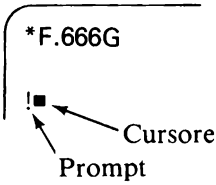
11. Che locazione di memoria viene usata per contenere il quoziente nel programma di Divisione?
_______________ (ESA)

RISPOSTE AGLI ESERCIZI

1. a. Direttamente dal Basic usando POKE, CALL e PEEK
   b. Il sistema operativo in Basic
   c. Il monitor di sistema
   d. Il mini-assembler
2. Il bit di riporto (originale) è perso. Viene sostituito dal bit più significativo dell'accumulatore.
3. Il registro X è usato per contare il numero di volte che viene percorso il ciclo. Poiché stiamo moltiplicando per un numero di 8 bit, il ciclo è percorso 8 volte.

4.

5. 4097 e 4096 (I byte più e meno significativi, rispettivamente)
6. 3 (Il video mostra 20 linee alla volta)
7. Esadecimale
8. Si accede al mini-assembler dal monitor
9.

10.

```
.
.
.
!$FF69G
```

11. 1001 (ESA)

Appendici

L'Appendice A contiene informazioni che sono state usate in questo libro con riferimento alla pagina dove appaiono per la prima volta o dove vengono spiegate.
L'Appendice B contiene una tavola di conversione dei numeri decimali negativi nei loro equivalenti esadecimali.
L'Appendice C è una spiegazione della mappa di memoria usata per il video. Viene anche data una tavola di codici usati per visualizzare caratteri sullo schermo e una tavola dei colori utilizzati per la visualizzazione di grafici. L'Appendice D è una lista dei codici delle istruzioni del 6502.

A-1 ISTRUZIONI DEL BASIC

Istruzione	*Pagina*	*Istruzione*	*Pagina*
ASC	26	GOSUB	22
CALL	28, 38	GOTO	21
CHR$	26	GR	13, 23
COLOR	23	HLIN	23
CONT	14	HOME	20
DATA	15	IF...THEN	22
FLASH	19	INPUT	15
FOR-NEXT	22	INT	27
GET	17	INVERSE	20

A-2 ISTRUZIONI DEL LINGUAGGIO MACCHINA

A-3 SUBROUTINE INTERNE

Indirizzo di memoria	*Funzione eseguita*	*Pagina*
F800	Disegna un punto	88
F819	Disegna una linea orizzontale	98
F828	Disegna una linea verticale	101
FB40	Abiliga il modo grafico	88
FC58	Cancella lo schermo	87
FD1B	Numero casuale	217
FD35	Riceve un carattere	127
FD8E	Ritorno del cursore	228
FDDA	Visualizza l'accumulatore (ESA)	128
FDED	Visualizza l'accumulatore	127
FF3A	Suona il campanello	221

LDA C030 non è realmente una subroutine, ma si comporta similmente. Essa pizzica l'altoparlante.

A-4 SIMBOLI

Simboli	*Funzione*
*	Prompt del monitor di sistema — usato per il linguaggio macchina
]	Prompt dell'Applesoft II — usato per il Basic Applesoft II
>	Prompt dell'Integer Basic — usato per l'Integer Basic
!	Prompt del mini-assembler — usato per assemblare programmi in linguaggio macchina
■	Cursore — indica la successiva posizione di stampa da usare (lampeggia

A-5 PROGRAMMI

Titolo	*Linguaggio*	*Pagina*
Addizione a due byte	L/M	207
Alfabeto	L/M	124
Carica l'accumulatore e memorizza	L/M	67
Disegna nei quattro angoli	L/M	94,96
Disegna un punto	L/M	87,91
Disegna un rettangolo	L/M	105
Divisione	L/A	312
Esperimenti con le note	L/M	144
Indirizzamento indiretto indicizzato	L/A	285
Indirizzamento indicizzato indiretto	L/A	278
Indovina il numero	L/M	216
Linea verticale	L/M	101
Linea orizzontale	L/M	98,99
Linee colorate	L/A	282
Memorizza dati dalla tastiera	L/M	282
Moltiplicazione dal monitor di sistema	L/M	304
Moltiplicazione dal mini-assembler	L/A	306
Moltiplicazione dal sistema operativo in Basic	L/M	301
Moltiplicazione dal Basic	L/M	299
POKE, PEEK e poi ancora POKE	Basic	39
Scala con note	L/M	164
Scala automatica	L/A	287
Scala automatica	L/M	153
Sistema operativo in Basic	Basic	54
Somma due numeri decimali	L/A	264
Somma due numeri decimali	L/M	239
Somma due numeri	L/M	194
Sottrazione di due numeri	L/M	200
Sottrazione a due byte	L/M	209
Suona la tua melodia	L/M	170
Uso di POKE e PEEK	Basic	37
Visualizzazione su più linee	L/M	131
Visualizza un messaggio	L/M	136
Visualizzazione di codici ASCII	L/M	126
Visualizza un carattere	L/M	113
Visualizza una lettera	L/M	112

L/M = linguaggio macchina
L/A = linguaggio assembler
Basic = Basic Applesoft II

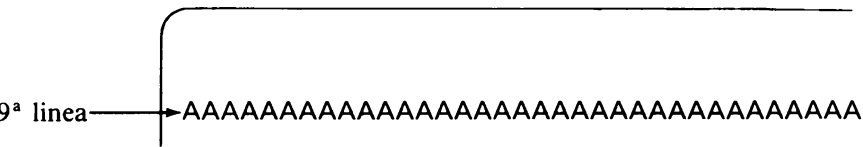
B EQUIVALENTI ESADECIMALI DEI NUMERI DECIMALI NEGATIVI

Dec.	*ESA*	*Dec.*	*ESA*	*Dec.*	*Esa*
—1	FF	—44	D4	—87	A9
—2	FE	—45	D3	—88	A8
—3	FD	—46	D2	—89	A7
—4	FC	—47	D1	—90	A6
—5	FB	—48	D0	—91	A5
—6	FA	—49	CF	—92	A4
—7	F9	—50	CE	—93	A3
—8	F8	—51	CD	—94	A2
—9	F7	—52	CC	—95	A1
—10	F6	—53	CB	—96	A0
—11	F5	—54	CA	—97	9F
—12	F4	—55	C9	—98	9E
—13	F3	—56	C8	—99	9D
—14	F2	—57	C7	—100	9C
—15	F1	—58	C6	—101	9B
—16	F0	—59	C5	—102	9A
—17	EF	—60	C4	—103	99
—18	EE	—61	C3	—104	98
—19	ED	—62	C2	—105	97
—20	EC	—63	C1	—106	96
—21	EB	—64	C0	—107	95
—22	EA	—65	BF	—108	94
—23	E9	—66	BE	—109	93
—24	E8	—67	BD	—110	92
—25	E7	—68	BC	—111	91
—26	E6	—69	BB	—112	90
—27	E5	—70	BA	—113	8F
—28	E4	—71	B9	—114	8E
—29	E3	—72	B8	—115	8D
—30	E2	—73	B7	—116	8C
—31	E1	—74	B6	—117	8B
—32	E0	—75	B5	—118	8A
—33	DF	—76	B4	—119	89
—34	DE	—77	B3	—120	88
—35	DD	—78	B2	—121	87
—36	DC	—79	B1	—122	86
—37	DB	—80	B0	—123	85
—38	DA	—81	AF	—124	84
—39	D9	—82	AE	—125	83
—40	D8	—83	AD	—126	82
—41	D7	—84	AC	—127	81
—42	D6	—85	AB	—128	80
—43	D5	—86	AA		

C-1 MEMORIA VIDEO

Nel Cap. 5 avete scoperto che la linea più in alto del video (linea 1) è associata alle locazioni di memoria comprese fra 0400 e 0427 esadecimali. Potreste pensare che la prossima linea sia associata alle locazioni comprese tra 0428 e 044F, ma non è così.
Se ritornate al programma Visualizza caratteri nel Cap. 4 e cambiate l'istruzione alle locazioni 775, 776 e 777 con: STA 0428, il programma memorizzerà una stringa di A in quelle locazioni.

```
775 99    STA 0428,Y
776 28
777 04
```

Ecco dove saranno stampate le A se il programma verrà eseguito con questi valori.

Se il valore memorizzato nella locazione 776 venisse cambiato a 50, dove pensate apparirebbe la stringa di A? Se avete detto la diciasettesima linea, è esatto.

Finora abbiamo trovato le linee 1, 9 e 17.

linea 1	0400	0427
linea 9	0428	044F
linea 17	0450	0477

A questo punto, potreste aver indovinato quali locazioni di memoria sono associate alle 24 linee del video.

Linea 1	0400 →	......	0427
Linea 2	0480 →	......	04A7
Linea 3	0500 →	......	0527
Linea 4	0580 →	......	05A7
Linea 5	0600 →	......	0627
Linea 6	0680 →	......	06A7
Linea 7	0700 →	......	0727
Linea 8	0780 →	......	07A7
Linea 9	0428 →	......	044F
Linea 10	04A8 →	......	04CF
Linea 11	0528 →	......	054F
Linea 12	05A8 →	......	05CF
Linea 13	0628 →	......	064F
Linea 14	06A8 →	......	06CF
Linea 15	0728 →	......	074F
Linea 16	07A8 →	......	07CF
Linea 17	0450 →	......	0477
Linea 18	04D0 →	......	04F7
Linea 19	0550 →	......	0577
Linea 20	05D0 →	......	05F7
Linea 21	0650 →	......	0677
Linea 22	06D0 →	......	06F7
Linea 23	0750 →	......	0777
Linea 24	07D0 →	......	07F7

C-2 CODICI ASCII DI SCHERMO

Car.	*Nor.*	*Lamp.*	*Inv.*	*Car.*	*Nor.*	*Lamp.*	*Inv.*
	A0	60	20	@	C0	40	00
!	A1	61	21	A	C1	41	01
"	A2	62	22	B	C2	42	02
#	A3	63	23	C	C3	43	03
$	A4	64	24	D	C4	44	04
%	A5	65	25	E	C5	45	05
&	A6	66	26	F	C6	46	06
'	A7	67	27	G	C7	47	07
(	A8	68	28	H	C8	48	08
)	A9	69	29	I	C9	49	09
*	AA	6A	2A	J	CA	4A	0A
+	AB	6B	2B	K	CB	4B	0B
,	AC	6C	2C	L	CC	4C	0C
-	AD	6D	2D	M	CD	4D	0D
.	AE	6E	2E	N	CE	4E	0E
/	AF	6F	2F	O	CF	4F	0F
0	B0	70	30	P	D0	50	10
1	B1	71	31	Q	D1	51	11
2	B2	72	32	R	D2	52	12
3	B3	73	33	S	D3	53	13
4	B4	74	34	T	D4	54	14
5	B5	75	35	U	D5	55	15
6	B6	76	36	V	D6	56	16
7	B7	77	37	W	D7	57	17
8	B8	78	38	X	D8	58	18
9	B9	79	39	Y	D9	59	19
:	BA	7A	3A	Z	DA	5A	1A
;	BB	7B	3B	[	DB	5B	1B
<	BC	7C	3C	\	DC	5C	1C
=	BD	7D	3D	]	DD	5D	1D
>	BE	7E	3E	^	DE	5E	1E
?	BF	7F	3F	—	DF	5F	1F

Car. = carattere
Nor. = modo normale
Lamp. = modo lampeggiante
Inv. = modo invertito

C-3 CODICI DEI COLORI PER GRAFICI IN BASSA RISOLUZIONE

Decimale	*ESA*	*Colore*
0	0	Nero
1	1	Magenta
2	2	Blu scuro
3	3	Viola
4	4	Verde scuro
5	5	Grigio
6	6	Blu
7	7	Azzurro
8	8	Marrone
9	9	Arancio
10	A	Grigio
11	B	Rosa
12	C	Verde
13	D	Giallo
14	E	Acquamarina
15	F	Bianco

I colori possono variare leggermente a seconda dell'apparecchio televisivo.

D CODICI DELLE ISTRUZIONI DEL 6502

Codice mnemon.	*Modo di indirizzam.*	*In assembler*	*Cod. op*	*N. di byte*	*Flag interessati*
ADC	Immediato	ADC oper	69	2	NZCV
	Pagina zero	ADC oper	65	2	
	Pag. zero,X	ADC oper,X	75	2	
	Assoluto	ADC oper	6D	3	
	Assoluto,X	ADC oper,X	7D	3	
	Assoluto,Y	ADC oper,Y	79	3	
	(Indiretto,X)	ADC (oper,X)	61	2	
	(Indiretto),Y	ADC (oper),Y	71	2	
AND	Immediato	AND oper	29	2	NZ
	Pagina zero	AND oper	25	2	
	Pag. zero,X	AND oper,X	35	2	
	Assoluto	AND oper	2D	3	
	Assoluto,X	AND oper,X	3D	3	
	Assoluto,Y	AND oper,Y	39	3	
	(Indiretto,X)	AND (oper,X)	21	2	
	(Indiretto),Y	AND (oper),Y	31	2	
ASL	Accumulatore	ASL A	0A	1	NZC
	Pagina zero	ASL oper	06	2	
	Pag. zero,X	ASL oper,X	16	2	
	Assoluto	ASL oper	0E	3	
	Assoluto,X	ASL oper,X	1E	3	
BCC	Relativo	BCC oper	90	2	nessuno
BCS	Relativo	BCS oper	B0	2	nessuno
BEQ	Relativo	BEQ oper	F0	2	nessuno
BIT	Pagina zero	BIT oper	24	2	NZV
	Assoluto	BIT oper	2C	3	
BMI	Relativo	BMI oper	30	2	nessuno
BNE	Relativo	BNE oper	D0	2	nessuno
BPL	Relativo	BPL oper	10	2	nessuno

Codice mnemon.	*Modo di indirizzam.*	*In assembler*	*Cod. op*	*N. di byte*	*Flag interessati*
BRK	Implicito	BRK	00	1	I
BVC	Relativo	BVC oper	50	2	nessuno
BVS	Relativo	BVS oper	70	2	nessuno
CLC	Implicito	CLC	18	1	C
CLD	Implicito	CLD	D8	1	D
CLI	Implicito	CLI	58	1	I
CLV	Implicito	CLV	B8	1	V
CMP	Immediato	CMP #oper	C9	2	NCZ
	Pagina zero	CMP oper	C5	2	
	Pag. zero,X	CMP oper,X	D5	2	
	Assoluto	CMP oper	CD	3	
	Assoluto,X	CMP oper,X	DD	3	
	Assoluto,Y	CMP oper,Y	D9	3	
	(Indiretto,X)	CMP (oper,X)	C1	2	
	(Indiretto),Y	CMP (oper),Y	D1	2	
CPX	Immediato	CPX #oper	E0	2	NZC
	Pagina zero	CPX oper	E4	2	
	Assoluto	CPX oper	EC	3	
CPY	Immediato	CPY #oper	C0	2	NZC
	Pagina zero	CPY oper	C4	2	
	Assoluto	CPY oper	CC	3	
DEC	Pagina zero	DEC #oper	C6	2	NZ
	Pag. zero,X	DEC oper,X	D6	2	
	Assoluto	DEC oper	CE	3	
	Assoluto,X	DEC oper,X	DE	3	
DEX	Implicito	DEX	CA	1	NZ
DEY	Implicito	DEY	88	1	NZ

Codice mnemon.	*Modo di indirizzam.*	*In assembler*	*Cod. op*	*N. di byte*	*Flag interessati*
EOR	Immediato	EOR oper	49	2	NZ
	Pagina zero	EOR oper	45	2	
	Pag. zero,X	EOR oper,X	55	2	
	Assoluto	EOR oper	4D	3	
	Assoluto,X	EOR oper,X	5D	3	
	Assoluto,Y	EOR oper,Y	59	3	
	(Indiretto,X)	EOR (oper,X)	41	2	
	(Indiretto),Y	EOR (oper),Y	51	2	
INC	Pagina zero	INC oper	E6	2	NZ
	Pag. zero,X	INC oper,X	F6	2	
	Assoluto	INC oper	EE	3	
	Assoluto,X	INC oper,X	E9	3	
INX	Implicito	INX oper	E8	1	NZ
INY	Implicito	INY oper	C8	1	NZ
JMP	Assoluto	JMP oper	4C	3	nessuno
	Indiretto	JMP (oper)	6C	3	
JSR	Assoluto	JSR oper	20	3	nessuno
LDA	Immediato	LDA oper	A9	2	NZ
	Pagina zero	LDA oper	A5	2	
	Pag. zero,X	LDA oper,X	B5	2	
	Assoluto	LDA oper	AD	3	
	Assoluto,X	LDA oper,X	BD	3	
	Assoluto,Y	LDA oper,Y	B9	3	
	(Indiretto,X)	LDA (oper,X)	A1	2	
	(Indiretto),Y	LDA (oper),Y	B1	2	
LDX	Immediato	LDX oper	A2	2	NZ
	Pagina zero	LDX oper	A4	2	
	Pag. zero,Y	LDX oper,Y	B6	2	
	Assoluto	LDX oper	AE	3	
	Assoluto,Y	LDX oper,Y	BE	3	
LDY	Immediato	LDY A	A0	2	NZ
	Pagina zero	LDY oper	A4	2	

Codice mnemon.	*Modo di indirizzam.*	*In assembler*	*Cod. op*	*N. di byte*	*Flag interessati*
	Pag. zero,X	LDY oper,X	B4	2	
	Assoluto	LDY oper	AC	3	
	Assoluto,X	LDY oper,X	BC	3	
LSR	Accumulatore	LSR A	4A	2	NZC
	Pagina zero	LSR oper	46	2	
	Pag. zero,X	LSR oper,X	56	2	
	Assoluto	LSR oper	4E	3	
	Assoluto,X	LSR oper,X	5E	3	
NOP	Implicito	NOP	EA	1	nessuno
ORA	Immediato	ORA oper	09	2	NZ
	Pagina zero	ORA oper	05	2	
	Pag. zero,X	ORA oper,X	15	2	
	Assoluto	ORA oper	0D	3	
	Assoluto,X	ORA oper,X	1D	3	
	Assoluto,Y	ORA oper,Y	19	3	
	(Indiretto,X)	ORA (oper,X)	01	2	
	(Indiretto),Y	ORA (oper),Y	11	2	
PHA	Implicito	PHA oper	48	1	nessuno
PHP	Implicito	PHP	08	1	nessuno
PLA	Implicito	PLA	68	1	NZ
PLP	Implicito	PLP	28	1	tutti
ROL	Accumulatore	ROL A	2A	1	NZC
	Pagina zero	ROL oper	26	2	
	Pag. zero,X	ROL oper,X	36	2	
	Assoluto	ROL oper	2E	3	
	Assoluto,X	ROL oper,X	3E	3	
RTI	Implicito	RTI	40	1	tutti
RTS	Implicito	RTS	60	1	nessuno
SBC	Immediato	SBC oper	E9	2	NZCV

Codice mnemon.	*Modo di indirizzam.*	*In assembler*	*Cod. op*	*N. di byte*	*Flag interessati*
	Pagina zero	SBC oper	E5	2	
	Pagina zero,X	SBC oper,X	F5	2	
	Assoluto	SBC oper	ED	3	
	Assoluto,X	SBC oper,X	FD	3	
	Assoluto,Y	SBC (oper,Y)	F9	3	
	(Indiretto,X)	SBC (oper,X)	E1	2	
	(Indiretto),Y	SBC (oper),Y	F1	2	
SEC	Implicito	SEC	38	1	C
SED	Implicito	SED	F8	1	D
SEI	Implicito	SEI	78	1	I
STA	Pagina zero	STA oper	85	2	nessuno
	Pag. zero,X	STA oper,X	95	2	
	Assoluto	STA oper	8D	3	
	Assoluto,X	STA oper,X	9D	3	
	Assoluto,Y	STA oper,Y	99	3	
	(Indiretto,X)	STA (oper,X)	81	2	
	(Indiretto),Y	STA (oper),Y	91	2	
STX	Pagina zero	STX oper	86	2	nessuno
	Pag. zero,X	STX oper,Y	96	2	
	Assoluto	STX oper	8E	3	
STY	Pagina zero	STY oper	84	2	nessuno
	Pagina zero,X	STY oper,X	94	2	
	Assoluto	STY oper	8C	3	
TAX	Implicito	TAX	AA	1	NZ
TAY	Implicito	TAY	A8	1	NZ
TYA	Implicito	TYA	98	1	NZ
TSX	Implicito	TSX	BA	1	NZ
TXA	Implicito	TXA	8A	1	NZ
TXS	Implicito	TXS	9A	1	nessuno

Ho trovato questa cartolina nel libro ....

acquistato in ....

In questo spazio potete scrivere quello che pensate di questo libro.

☐ Desidero ricevere il vostro catalogo.

Desidero ricevere:

- ☐ 32 programmi con il PET — **L. 9.500**
- ☐ *Due cassette con i 32 programmi per il PET* — **L. 30.000**
- ☐ *Un disco con i 32 programmi per il PET (serie 3000 e 4000)* — **L. 30.000**
- ☐ Intervista sul personal computer, hardware — **L. 9.500**
- ☐ 32 programmi con l'Apple — **L. 9.500**
- ☐ *Un disco con i 32 programmi per l'Apple* — **L. 30.000**
- ☐ Microsoft Basic — **L. 6.500**
- ☐ Pascal — **L. 8.500**
- ☐ 32 programmi con il TRS-80 — **L. 9.500**
- ☐ *Due cassette con i 32 programmi per il TRS-80* — **L. 30.000**
- ☐ *Due dischi con i 32 programmi con il TRS-80* — **L. 30.000**
- ☐ Intervista sul personal computer, software — **L. 9.500**
- ☐ Imparate il Basic con il PET — **L. 9.500**
- ☐ Il personal computer come professione — **L. 7.500**
- ☐ Te ne intendi di computer? — **L. 8.500**
- ☐ Il Basic e il personal computer 1 — **L. 9.500**

Pagherò al postino il prezzo indicato + 1000 lire di spese di spedizione.

Ho trovato questa cartolina nel libro ....

acquistato in ....

In questo spazio potete scrivere quello che pensate di questo libro.

☐ Desidero ricevere il vostro catalogo.

Desidero ricevere:

- ☐ 32 programmi con il PET — **L. 9.500**
- ☐ *Due cassette con i 32 programmi per il PET* — **L. 30.000**
- ☐ *Un disco con i 32 programmi per il PET (serie 3000 e 4000)* — **L. 30.000**
- ☐ Intervista sul personal computer, hardware — **L. 9.500**
- ☐ 32 programmi con l'Apple — **L. 9.500**
- ☐ *Un disco con i 32 programmi per l'Apple* — **L. 30.000**
- ☐ Microsoft Basic — **L. 6.500**
- ☐ Pascal — **L. 8.500**
- ☐ 32 programmi con il TRS-80 — **L. 9.500**
- ☐ *Due cassette con i 32 programmi per il TRS-80* — **L. 30.000**
- ☐ *Due dischi con i 32 programmi con il TRS-80* — **L. 30.000**
- ☐ Intervista sul personal computer, software — **L. 9.500**
- ☐ Imparate il Basic con il PET — **L. 9.500**
- ☐ Il personal computer come professione — **L. 7.500**
- ☐ Te ne intendi di computer? — **L. 8.500**
- ☐ Il Basic e il personal computer 1 — **L. 9.500**

Pagherò al postino il prezzo indicato + 1000 lire di spese di spedizione.

Se conoscete già il Basic e possedete un computer Apple, siete sulla strada giusta per diventare un esperto in materia.

Questo libro, partendo dalle istruzioni Basic POKE, PEEK, e CALL, vi introduce al linguaggio macchina. Quindi potrete sviluppare un sistema operativo in Basic che vi permetterà di scrivere ed eseguire programmi in linguaggio macchina. Infine imparerete ad usare il mini-assembler.
Tutto ciò rapidamente ed in modo sorprendentemente facile.

I colori, la grafica ed il suono dell'Apple usati direttamente dal linguaggio macchina vi permetteranno di ottenere il massimo dal vostro computer.

franco muzzio & c. editore

L. 15.000 (14.705) ISBN 88-7021-191-6

12

Don Inman e Kurt Inman

Imparate il linguaggio dell'Apple